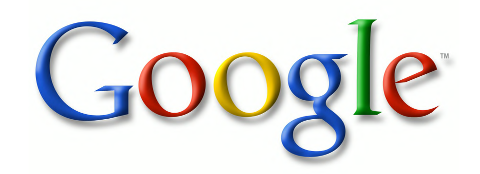


ON
JAHRB

JAHRBUCH

FÜR

1844.

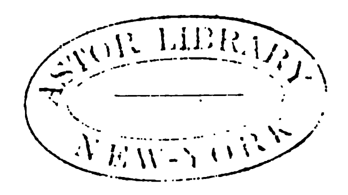
HERAUSGEGEBEN

VON

H. C. SCHUMACHER,

MIT BEITRÄGEN VON

STEINHEIL, MOSER UND ARGELANDER.



STUTTGART UND TÜBINGEN.

Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.

1844.

ASTRONOMISCHE

EPHEMERIDE

für

1844.

Erklärung der Zeichen und Abkürzungen.

° **Grad.**	**N. M. Neu-Mond.**
^{h} **Uhr.**	**E. V. Erstes Viertel.**
′ **Minute.**	**V. M. Vollmond.**
″ **Secunde.**	**L. V. Letztes Viertel.**
+ **Nördl. Abweichung.**	**Ab. Abends.**
— **Südl. Abweichung.**	**Mr. Morgens.**

Zeichen des Thierkreises.

0. ♈ Widder.	**6. ♎ Waage.**
1. ♉ Stier.	**7. ♏ Scorpion.**
2. ♊ Zwillinge.	**8. ♐ Schütze.**
3. ♋ Krebs.	**9. ♑ Steinbock.**
4. ♌ Löwe.	**10. ♒ Wassermann.**
5. ♍ Jungfrau.	**11. ♓ Fische.**

Zeichen der Sonne, des Mondes und der Planeten.

☉ **Sonne.**	⚵ **Juno.**
☽ **Mond.**	⚴ **Pallas.**
☿ **Mercur.**	⚳ **Ceres.**
♀ **Venus.**	♃ **Jupiter.**
♁ **Erde.**	♄ **Saturn.**
♂ **Mars.**	♅ **Uranus.**
⚶ **Vesta.**	

Sonnen- und Mondfinsternisse.

Im Jahre 1844 ereignen sich fünf Finsternisse, nämlich drei Sonnen- und zwei Mondfinsternisse, von denen nur die beiden letzteren in Deutschland sichtbar sind.

I. Totale Mondfinsterniss in der Nacht zwischen dem 31. Mai und dem 1. Juni, sichtbar in ganz Deutschland und dem grössten Theile von Europa, in Asien, Afrika, dem westlichen Theile von Neuholland und einem Theile von Amerika. Für Altona ist:

Anfang der Finsterniss überhaupt	**9^h**	**48′**	**Abends,**
„ der totalen Verfinsterung	**10**	**51**	**„**
Ende der totalen Verfinsterung	**0**	**9**	**Morgens,**
„ der Finsterniss überhaupt	**1**	**11**	**„**

II. Partielle Sonnenfinsterniss in der Nacht zwischen dem 15. und 16. Juni von 10^h 43′ Abends bis 3^h 2′ Morgens. Grösse $9^1/_3$ Zoll. Nur sichtbar im grossen Ocean und einem Theile von Neuholland.

III. Partielle Sonnenfinsterniss den 10. November des Vormittags von 9^h 51′ bis 11^h 10′. Grösse 1 Zoll. Diese kleine Finsterniss ist nur in der Südsee sichtbar.

IV. Totale Mondfinsterniss in der Nacht zwischen dem 24. und 25. November, sichtbar in ganz Europa und Afrika, dem grösseren westlichen Theile von Asien und dem grössten Theile von Amerika. Für Altona ist:

Anfang der Finsterniss überhaupt	**10^h**	**29′**	**Abends,**
„ der totalen Verfinsterung	**11**	**37**	**„**
Ende der totale Verfinsterung	**1**	**11**	**Morgens,**
„ der Finsterniss überhaupt	**2**	**19**	**„**

V. Partielle Sonnenfinsterniss den 9. December, des Abends von 6^h 58′ bis 10^h 24′. Grösse $8^1/_3$ Zoll. Sichtbar in dem grössten Theile von Nordamerika und im grossen Weltmeer.

Anfang der vier Jahreszeiten.

Frühling	den	20.	März	0^h	27′	Abends.
Sommer	„	21.	Juni	9	17	Morgens.
Herbst	„	22.	Sept.	11	29	Abends.
Winter	„	21.	Dec.	5	4	„

Eintritt der Sonne in die verschiedenen Zeichen des Thierkreises.

Wassermann	den	21.	Januar . . .	1^h	54′	Mr.
Fische	„	19.	Febr.	0	34	Ab.
Widder	„	20.	März	0	27	„
Stier	„	20.	April	0	34	Mr.
Zwillinge	„	21.	Mai	0	42	„
Krebs	„	21.	Juni	9	17	„
Löwe	„	22.	Juli	8	16	Ab.
Jungfrau	„	23.	August . .	2	49	Mr.
Waage	„	22.	September	11	29	Ab.
Scorpion	„	23.	October . .	7	43	Mr.
Schütze	„	22.	November	4	18	„
Steinbock	„	21.	December .	5	4	Ab.

JANUAR 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondalter.
1	8^h 19′	3^h 48′	18^h 41	— 23° 4′	12^h 3′ 34″	11
2	8 19	3 49	18 45	22 59	4 3	12
3	8 19	3 51	18 49	22 54	4 31	13
4	8 18	3 52	18 53	22 48	4 58	14
5	8 18	3 53	18 57	22 41	5 26	15
6	8 18	3 54	19 1	22 35	5 52	16
7	8 17	3 56	19 5	— 22 28	12 6 19	17
8	8 17	3 57	19 8	22 20	6 45	18
9	8 16	3 59	19 12	22 12	7 10	19
10	8 16	4 0	19 16	22 3	7 35	20
11	8 15	4 2	19 20	21 54	7 59	21
12	8 14	4 3	19 24	21 45	8 23	22
13	8 13	4 5	19 28	21 35	8 46	23
14	8 13	4 6	19 32	— 21 25	12 9 9	24
15	8 12	4 8	19 36	21 14	9 31	25
16	8 11	4 10	19 40	21 3	9 52	26
17	8 10	4 11	19 44	20 52	10 13	27
18	8 9	4 13	19 48	20 40	10 32	28
19	8 8	4 15	19 52	20 28	10 52	29
20	8 6	4 17	19 56	20 15	11 10	1
21	8 5	4 18	20 0	— 20 2	12 11 28	2
22	8 4	4 20	20 4	19 49	11 45	3
23	8 3	4 22	20 8	19 35	12 1	4
24	8 1	4 24	20 12	19 21	12 16	5
25	8 0	4 26	20 16	19 7	12 31	6
26	7 58	4 28	20 19	18 52	12 44	7
27	7 57	4 29	20 23	18 37	12 57	8
28	7 56	4 31	20 27	— 18 21	12 13 9	9
29	7 54	4 33	20 31	18 6	13 21	10
30	7 52	4 35	20 35	17 49	13 31	11
31	7 51	4 37	20 39	17 33	13 41	12

Der Tag wächst während dieses Monats um 1^h 20′.

JANUAR 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Untergang.
1	8^h 52' Ab.	4^h 16' Mr.
2	9 42 „	5 20 „
3	10 33 „	6 19 „
4	11 25 „	7 10 „
5	— — —	☾ Aufg.
6	0 17 Mr.	5 11 Ab.
7	1 8 Mr.	6 27 Ab.
8	1 58 „	7 47 „
9	2 47 „	9 6 „
10	3 35 „	10 27 „
11	4 23 „	11 48 „
12	5 13 „	— — —
13	6 5 „	1 12 Mr.
14	6 59 Mr.	2 35 Mr.
15	7 57 „	3 57 „
16	8 57 „	5 12 „
17	9 57 „	6 14 „
18	10 57 „	7 2 „
19	11 53 „	☾ Unterg.
20	0 46 Ab.	5 36 Ab.
21	1 35 Ab.	6 55 Ab.
22	2 21 „	8 10 „
23	3 5 „	9 23 „
24	3 47 „	10 34 „
25	4 30 „	11 43 „
26	5 13 „	— — —
27	5 58 „	0 51 Mr.
28	6 44 Ab.	2 0 Mr.
29	7 33 „	3 6 „
30	8 23 „	4 6 „
31	9 15 „	5 0 „

Tage	Planeten. Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	9^h 24' Mr.	1^h 6' Ab.	4^h 48' Ab.
11	9 13 „	1 27 „	5 40 „
21	8 29 „	1 10 „	5 51 „
	♀ Venus.		
1	9^h 41' Mr.	1^h 40' Ab.	5^h 39' Ab.
11	9 31 „	1 51 „	6 11 „
21	9 15 „	2 1 „	6 47 „
	♂ Mars.		
1	10^h 55' Mr.	4^h 22' Ab.	9^h 48' Ab.
11	10 26 „	4 9 „	9 53 „
21	9 57 „	3 57 „	9 56 „
	♃ Jupiter.		
1	10^h 28' Mr.	3^h 16' Ab.	8^h 4' Ab.
11	9 52 „	2 44 „	7 36 „
21	9 17 „	2 13 „	7 10 „
	♄ Saturn.		
1	9^h 13' Mr.	1^h 12' Ab.	5^h 10' Ab.
11	8 38 „	0 37 „	4 37 „
21	8 2 „	0 3 „	4 4 „
	♅ Uranus.		
1	11^h 18' Mr.	5^h 14' Ab.	11^h 11' Ab.
11	10 39 „	4 36 „	10 33 „
21	10 1 „	3 58 „	9 55 „

V. M. den 5ten 6^h 14' Ab. | N. M. den 19ten 6^h 58' Ab.
L. V. den 12ten 10^h 11' Ab. | E. V. den 27sten 1^h 11' Ab.

FEBRUAR 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondalter.
1	$7^h\ 49'$	$4^h\ 39'$	$20^h\ 43'$	$-17°\ 16'$	$12^h\ 13'\ 49''$	13
2	7 47	4 41	20 47	16 59	13 57	14
3	7 46	4 43	20 51	16 42	14 4	15
4	7 44	4 45	20 55	— 16 24	12 14 11	16
5	7 42	4 47	20 59	16 6	14 16	17
6	7 40	4 49	21 3	15 48	14 21	18
7	7 38	4 51	21 7	15 30	14 25	19
8	7 37	4 53	21 11	15 11	14 28	20
9	7 35	4 55	21 15	14 52	14 30	21
10	7 33	4 57	21 19	14 33	14 31	22
11	7 31	4 59	21 23	— 14 13	12 14 32	23
12	7 29	5 1	21 26	13 53	14 32	24
13	7 27	5 3	21 30	13 33	14 31	25
14	7 25	5 5	21 34	13 13	14 30	26
15	7 23	5 7	21 38	12 53	14 28	27
16	7 21	5 9	21 42	12 32	14 25	28
17	7 19	5 11	21 46	12 11	14 21	29
18	7 16	5 13	21 50	— 11 50	12 14 16	30
19	7 14	5 15	21 54	11 29	14 11	1
20	7 12	5 17	21 58	11 8	14 5	2
21	7 10	5 19	22 2	10 46	13 59	3
22	7 8	5 21	22 6	10 25	13 52	4
23	7 6	5 23	22 10	10 3	13 44	5
24	7 4	5 25	22 14	9 41	13 36	6
25	7 1	5 27	22 18	— 9 19	12 13 27	7
26	6 59	5 29	22 22	8 56	13 17	8
27	6 57	5 31	22 26	8 34	13 7	9
28	6 54	5 33	22 30	8 11	12 56	10
29	6 52	5 34	22 33	7 49	12 44	11

Der Tag wächst während dieses Monats um $1^h\ 56'$.

FEBRUAR 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Untergang.
1	10^h 7' Ab.	5^h45' Mr.
2	10 59 „	6 22 „
3	11 50 „	6 51 „
4	— — —	☾ Aufg.
5	0 40 Mr.	6 49 Ab.
6	1 30 „	8 11 „
7	2 19 „	9 34 „
8	3 10 „	10 58 „
9	4 2 „	— — —
10	4 56 „	0 22 Mr.
11	5 52 Mr.	1 44 Mr.
12	6 50 „	3 1 „
13	7 49 „	4 6 „
14	8 48 „	4 58 „
15	9 44 „	5 38 „
16	10 36 „	6 8 „
17	11 26 „	6 30 „
18	0 13 Ab.	☾ Unterg.
19	0 58 „	7 3 Ab.
20	1 41 „	8 14 „
21	2 24 „	9 25 „
22	3 8 „	10 35 „
23	3 52 „	11 43 „
24	4 37 „	— — —
25	5 25 Ab.	0 49 Mr.
26	6 13 „	1 52 „
27	7 4 „	2 48 „
28	7 55 „	3 36 „
29	8 46 „	4 17 „

Tage.	Planeten. Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	7^h 7' Mr.	11^h44' Mr.	4^h20' Ab.
11	6 23 „	10 43 „	3 4 „
21	6 13 „	10 28 „	2 44 „
	♀ Venus.		
1	8^h52' Mr.	2^h 9' Ab.	7^h25' Ab.
11	8 30 „	2 14 „	7 58 „
21	8 7 „	2 19 „	8 31 „
	♂ Mars.		
1	9^h24' Mr.	3^h43' Ab.	10^h 1' Ab.
11	8 55 „	3 30 „	10 4 „
21	8 26 „	3 17 „	10 7 „
	♃ Jupiter.		
1	8^h38' Mr.	1^h40' Ab.	6^h42' Ab.
11	8 3 „	1 9 „	6 16 „
21	7 27 „	0 39 „	5 51 „
	♄ Saturn.		
1	7^h22' Mr.	11^h25' Mr.	3^h28' Ab.
11	6 46 „	10 50 „	2 55 „
21	6 10 „	10 16 „	2 22 „
	♅ Uranus.		
1	9^h18' Mr.	3^h16' Ab.	9^h15' Ab.
11	8 39 „	2 39 „	8 38 „
21	8 0 „	2 1 „	8 2 „

V. M. den 4ten 9^h 23' Mr. | **N. M. den 18ten 9^h 26' Mr.**
L. V. den 11ten 6^h 1' Mr. | **E. V. den 26sten 10 37 Mr.**

MÆRZ 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	6ʰ 50′	5ʰ 36′	22ʰ 37′	— 7° 26′	12ʰ 12′ 33″	12
2	6 47	5 38	22 41	7 3	12 20	13
3	6 45	5 40	22 45	— 6 40	12 12 7	14
4	6 43	5 42	22 49	6 17	11 54	15
5	6 40	5 44	22 53	5 54	11 40	16
6	6 38	5 46	22 57	5 31	11 26	17
7	6 36	5 48	23 1	5 7	11 11	18
8	6 33	5 50	23 5	4 44	10 56	19
9	6 31	5 52	23 9	4 21	10 41	20
10	6 28	5 53	23 13	— 3 57	12 10 25	21
11	6 26	5 55	23 17	3 33	10 9	22
12	6 24	5 57	23 21	3 10	9 53	23
13	6 21	5 59	23 25	2 46	9 36	24
14	6 19	6 1	23 29	2 23	9 19	25
15	6 16	6 3	23 33	1 59	9 2	26
16	6 14	6 5	23 37	1 35	8 45	27
17	6 12	6 6	23 41	— 1 12	12 8 27	28
18	6 9	6 8	23 44	0 48	8 10	29
19	6 7	6 10	23 48	0 24	7 52	30
20	6 4	6 12	23 52	0 0	7 34	1
21	6 2	6 14	23 56	+ 0 23	7 16	2
22	5 59	6 16	0 0	0 47	6 57	3
23	5 57	6 18	0 4	1 11	6 39	4
24	5 54	6 19	0 8	+ 1 34	12 6 21	5
25	5 52	6 21	0 12	1 58	6 2	6
26	5 49	6 23	0 16	2 21	5 44	7
27	5 47	6 25	0 20	2 45	5 25	8
28	5 45	6 27	0 24	3 8	5 7	9
29	5 42	6 29	0 28	3 32	4 48	10
30	5 40	6 30	0 32	3 55	4 30	11
31	5 37	6 32	0 36	+ 4 18	12 4 11	12

Der Tag wächst während dieses Monats um 2ʰ 13′.

MÆRZ 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Untergang.
1	$9^h\,37'$ Ab.	$4^h\,49'$ Mr.
2	10 28 „	5 16 „
3	11 19 Ab.	5 38 Mr.
4	— — —	☾ Aufg.
5	0 9 Mr.	7 9 Ab.
6	1 1 „	8 36 „
7	1 54 „	10 3 „
8	2 49 „	11 28 „
9	3 46 „	— — —
10	4 45 Mr.	0 48 Mr.
11	5 45 „	1 59 „
12	6 43 „	2 55 „
13	7 39 „	3 37 „
14	8 32 „	4 10 „
15	9 22 „	4 35 „
16	10 9 „	4 56 „
17	10 54 Mr.	5 13 Mr.
18	11 37 „	5 29 „
19	0 20 Ab.	☾ Unterg.
20	1 3 „	8 20 Ab.
21	1 47 „	9 28 „
22	2 32 „	10 35 „
23	3 19 „	11 39 „
24	4 7 Ab.	— — —
25	4 56 „	0 37 Mr.
26	5 46 „	1 28 „
27	6 36 „	2 11 „
28	7 26 „	2 45 „
29	8 15 „	3 14 „
30	9 5 „	3 38 „
31	9 55 Ab.	3 59 Mr.

Tage.	PLANETEN.		
	Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	$6^h\,10'$ Mr.	$10^h\,34'$ Mr.	2′ 58′ Ab.
11	6 3 „	10 50 „	3 37 „
21	5 52 „	11 11 „	4 31 „
	♀ Venus.		
1	$7^h\,45'$ Mr.	$2^h\,23$ Ab.	$9^h\,1'$ Ab.
11	7 22 „	2 28 „	9 34 „
21	6 58 „	2 33 „	10 8 „
	♂ Mars.		
1	$8^h\,1'$ Mr.	$3^h\,5'$ Ab.	$10^h\,10'$ Ab.
11	7 33 „	2 53 „	10 13 „
21	7 6 „	2 41 „	10 15 „
	♃ Jupiter.		
1	$6^h\,55'$ Mr.	$0^h\,12'$ Ab.	$5^h\,28'$ Ab.
11	6 20 „	11 41 Mr.	5 3 „
21	5 45 „	11 11 „	4 38 „
	♄ Saturn.		
1	$5^h\,37'$ Mr.	$9^h\,44'$ Mr.	$1^h\,52'$ Ab.
11	5 0 „	9 9 „	1 18 „
21	4 23 „	8 33 „	0 44 „
	♅ Uranus.		
1	$7^h\,26'$ Mr.	$1^h\,27'$ Ab.	$7^h\,29'$ Ab.
11	6 47 „	0 50 „	6 53 „
21	6 8 „	0 13 „	6 17 „

V. M. den 4ten $9^h\,42'$ Ab. | **N. M. den 19ten $0^h\,57'$ Mr.**
L. V. den 11ten $2^h\,0'$ Ab. | **E. V. den 27sten $5^h\,41'$ Mr.**

APRIL 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	5h 35′	6h 34′	0h 40′	+ 4° 41′	12h 3′ 53″	13
2	5 33	6 36	0 44	5 4	3 35	14
3	5 30	6 38	0 48	5 27	3 17	15
4	5 28	6 39	0 51	5 50	2 59	16
5	5 26	6 41	0 55	6 13	2 41	17
6	5 23	6 43	0 59	6 36	2 24	18
7	5 21	6 45	1 3	+ 6 58	12 2 6	19
8	5 18	6 47	1 7	7 21	1 49	20
9	5 16	6 48	1 11	7 43	1 32	21
10	5 14	6 50	1 15	8 5	1 16	22
11	5 11	6 52	1 19	8 27	1 0	23
12	5 9	6 54	1 23	8 49	0 44	24
13	5 6	6 56	1 27	9 11	0 28	25
14	5 4	6 58	1 31	+ 9 32	12 0 13	26
15	5 2	6 59	1 35	9 54	11 59 58	27
16	4 59	7 1	1 39	10 15	59 43	28
17	4 57	7 3	1 43	10 36	59 29	29
18	4 55	7 5	1 47	10 57	59 15	1
19	4 53	7 7	1 51	11 18	59 2	2
20	4 50	7 8	1 55	11 39	58 49	3
21	4 48	7 10	1 59	+ 11 59	11 58 36	4
22	4 46	7 12	2 2	12 19	58 24	5
23	4 44	7 14	2 6	12 39	58 13	6
24	4 41	7 16	2 10	12 59	58 1	7
25	4 39	7 17	2 14	13 19	57 50	8
26	4 37	7 19	2 18	13 38	57 40	9
27	4 35	7 21	2 22	13 57	57 30	10
28	4 33	7 23	2 26	+ 14 16	11 57 21	11
29	4 31	7 25	2 30	14 35	57 12	12
30	4 29	7 27	2 34	14 53	57 4	13

Der Tag wächst während dieses Monats um 2h 3′.

APRIL 1844.

Tage.	Mond im Meridian	Mond-Untergang.
1	10^h 46' Ab.	4^h 19' Mr.
2	11 39 „	4 38 „
3	— — —	☾ Aufg.
4	0 34 Mr.	9 2 Ab.
5	1 33 „	10 27 „
6	2 33 „	11 44 „
7	3 35 Mr.	— — —
8	4 36 „	0 48 Mr.
9	5 34 „	1 35 „
10	6 29 „	2 11 „
11	7 20 „	2 39 „
12	8 7 „	3 1 „
13	8 52 „	3 19 „
14	9 36 Mr.	3 36 Mr.
15	10 18 „	3 52 „
16	11 1 „	4 8 „
17	11 44 „	☾ Unterg.
18	0 29 Ab.	8 24 Ab.
19	1 15 „	9 28 „
20	2 2 „	10 29 „
21	2 51 Ab.	11 22 Ab.
22	3 40 „	— — —
23	4 30 „	0 7 Mr.
24	5 19 „	0 44 „
25	6 7 „	1 15 „
26	6 55 „	1 40 „
27	7 43 „	2 1 „
28	8 32 Ab.	2 20 Mr.
29	9 23 „	2 39 „
30	10 16 „	2 59 „

Tage.	Planeten. Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	5^h 35' Mr.	11^h 41' Mr.	5^h 48' Ab.
11	5 19 „	0 15 Ab.	7 12 „
21	5 4 „	0 53 „	8 42 „
	♀ Venus.		
1	6^h 37' Mr.	2^h 41' Ab.	10^h 44' Ab.
11	6 21 „	2 48 „	11 15 „
21	6 12 „	2 57 „	11 41 „
	♂ Mars.		
1	6^h 38' Mr.	2^h 28' Ab.	10^h 18' Ab.
11	6 14 „	2 17 „	10 19 „
21	5 52 „	2 6 „	10 19 „
	♃ Jupiter.		
1	5^h 5' Mr.	10^h 37' Mr.	4^h 9' Ab.
11	4 30 „	10 6 „	3 43 „
21	3 54 „	9 35 „	3 16 „
	♄ Saturn.		
1	3^h 42' Mr.	7^h 54' Mr.	0^h 5' Ab.
11	3 4 „	7 17 „	11 29 Mr.
21	2 26 „	6 39 „	10 52 „
	⛢ Uranus.		
1	5^h 26 Mr.	11^h 32 Mr.	5^h 37' Ab.
11	4 48 „	10 55 „	5 1 „
21	4 9 „	10 17 „	4 25 „

V. M. den 3ten 7^h 37' Mr. | N. M. den 17ten 5^h 12' Ab.
L. V. den 9ten 10^h 49' Ab. | E. V. den 25sten 8^h 57' Ab.

MAI 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	$4^h 27'$	$7^h 28'$	$2^h 38'$	$+ 15° 11'$	$11^h 56' 56''$	14
2	4 25	7 30	2 42	15 29	56 49	15
3	4 23	7 32	2 46	15 47	56 42	16
4	4 21	7 33	2 50	16 4	56 36	17
5	4 19	7 35	2 54	+ 16 21	11 56 30	18
6	4 17	7 37	2 58	16 38	56 25	19
7	4 15	7 39	3 2	16 55	56 21	20
8	4 13	7 40	3 6	17 11	56 17	21
9	4 11	7 42	3 9	17 27	56 14	22
10	4 10	7 44	3 13	17 43	56 11	23
11	4 8	7 45	3 17	17 58	56 9	24
12	4 6	7 47	3 21	+ 18 14	11 56 7	25
13	4 4	7 49	3 25	18 28	56 7	26
14	4 3	7 51	3 29	18 43	56 6	27
15	4 1	7 52	3 33	18 57	56 7	28
16	3 59	7 54	3 37	19 11	56 7	29
17	3 58	7 55	3 41	19 25	56 9	30
18	3 56	7 57	3 45	19 38	56 11	1
19	3 55	7 59	3 49	+ 19 51	11 56 13	2
20	3 53	8 0	3 53	20 3	56 16	3
21	3 52	8 2	3 57	20 16	56 20	4
22	3 50	8 3	4 1	20 28	56 24	5
23	3 49	8 5	4 5	20 39	56 29	6
24	3 48	8 6	4 9	20 50	56 34	7
25	3 46	8 8	4 13	21 1	56 39	8
26	3 45	8 9	4 17	+ 21 12	11 56 45	9
27	3 44	8 10	4 20	21 22	56 52	10
28	3 43	8 12	4 24	21 31	56 59	11
29	3 42	8 13	4 28	21 41	57 6	12
30	3 41	8 14	4 32	21 50	57 14	13
31	3 40	8 15	4 36	21 58	57 23	14

Der Tag wächst während dieses Monats um $1^h 37'$

MAI 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Aufgang.
1	11ʰ 13′ Ab.	6ʰ 26′ Ab.
2	— — —	7 55 „
3	0 14 Mr.	9 18 „
4	1 17 „	10 31 „
5	2 20 Mr.	11 27 Ab.
6	3 22 „	— — —
7	4 21 „	0 10 Mr.
8	5 14 „	0 41 „
9	6 4 „	1 5 „
10	6 51 „	1 25 „
11	7 35 „	1 42 „
12	8 17 Mr.	1 58 Mr.
13	9 0 „	2 15 „
14	9 43 „	2 32 „
15	10 27 „	2 52 „
16	11 12 „	3 16 „
17	11 59 „	☾ Unterg.
18	0 48 Ab.	9 18 Ab.
19	1 37 Ab.	10 5 Ab.
20	2 26 „	10 45 „
21	3 15 „	11 17 „
22	4 3 „	11 43 „
23	4 50 „	— — —
24	5 37 „	0 5 Mr.
25	6 24 „	0 25 „
26	7 12 Ab.	0 43 Mr.
27	8 3 „	1 2 „
28	8 56 „	1 23 „
29	9 53 „	1 46 „
30	10 55 „	2 16 „
31	11 59 „	2 56 „

Tage.	Planeten Aufgang.	Planeten Im Meridian.	Planeten Untergang.
	☿ Merkur.		
1	4ʰ 53′ Mr.	1ʰ 18′ Ab.	9ʰ 44′ Ab.
11	4 42 „	1 16 „	9 51 „
21	4 23 „	0 41 „	9 0 „
	♀ Venus.		
1	6ʰ 10′ Mr.	3ʰ 4′ Ab.	11ʰ 59′ Ab.
11	6 15 „	3 10 „	0 5 „
21	6 25 „	3 13 „	Mitterncht
	♂ Mars.		
1	5ʰ 32′ Mr.	1ʰ 55′ Ab.	10ʰ 18′ Ab.
11	5 15 „	1 45 „	10 14 „
21	5 0 „	1 34 „	10 9 „
	♃ Jupiter.		
1	3ʰ 18′ Mr.	9ʰ 4′ Mr.	2ʰ 49′ Ab.
11	2 42 „	8 31 „	2 21 „
21	2 5 „	7 59 „	1 52 „
	♄ Saturn.		
1	1ʰ 48′ Mr.	6ʰ 2′ Mr.	10ʰ 15′ Mr.
11	1 9 „	5 23 „	9 37 „
21	0 30 „	4 44 „	8 57 „
	⛢ Uranus.		
1	3ʰ 31′ Mr.	9ʰ 40′ Mr.	3ʰ 49′ Ab.
11	2 52 „	9 2 „	3 12 „
21	2 13 „	8 24 „	2 35 „

V. M. den 2ten 3ʰ 56′ Ab.
L. V. den 9ten 9 2 Mr.
N. M. den 17ten 9 33 Mr.
E. V. den 25sten 8ʰ 10′ Mr.
V. M. den 31sten 11 27 Ab.

JUNI 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	3h 39′	8h 16′	4h 40′	+ 22° 7′	11h 57′ 31″	15
2	3 38	8 18	4 44	+ 22 14	11 57 41	16
3	3 37	8 19	4 48	22 22	57 50	17
4	3 36	8 20	4 52	22 29	58 0	18
5	3 36	8 21	4 56	22 36	58 10	19
6	3 35	8 22	5 0	22 42	58 21	20
7	3 35	8 23	5 4	22 48	58 32	21
8	3 34	8 24	5 8	22 53	58 43	22
9	3 33	8 25	5 12	+ 22 58	11 58 54	23
10	3 33	8 25	5 16	23 3	59 6	24
11	3 33	8 26	5 20	23 7	59 18	25
12	3 32	8 27	5 24	23 11	59 30	26
13	3 32	8 28	5 27	23 15	59 43	27
14	3 32	8 28	5 31	23 18	59 55	28
15	3 32	8 29	5 35	23 20	12 0 8	29
16	3 31	8 29	5 39	+ 23 23	12 0 21	30
17	3 31	8 30	5 43	23 24	0 34	1
18	3 31	8 30	5 47	23 26	0 47	2
19	3 31	8 31	5 51	23 27	1 0	3
20	3 32	8 31	5 55	23 27	1 13	4
21	3 32	8 31	5 59	23 28	1 26	5
22	3 32	8 31	6 3	23 27	1 39	6
23	3 32	8 31	6 7	+ 23 27	12 1 52	7
24	3 33	8 31	6 11	23 26	2 5	8
25	3 33	8 31	6 15	23 24	2 17	9
26	3 34	8 31	6 19	23 22	2 30	10
27	3 34	8 31	6 23	23 20	2 42	11
28	3 35	8 31	6 27	23 17	2 54	12
29	3 35	8 31	6 31	23 14	3 6	13
30	3 36	8 30	6 34	+ 23 10	12 3 18	14

Der Tag wächst bis zum 21sten um 24′, und nimmt ab vom 22sten bis zum Ende des Monats um 5′.

JUNI 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Aufgang.
1	— — —	9^h 12' Ab.
2	1^h 3' Mr.	10 2 Ab.
3	2 5 „	10 40 „
4	3 2 „	11 8 „
5	3 56 „	11 30 „
6	4 45 „	11 49 „
7	5 31 „	— — —
8	6 15 „	0 4 Mr.
9	6 58 Mr.	0 22 Mr.
10	7 41 „	0 39 „
11	8 25 „	0 58 „
12	9 10 „	1 20 „
13	9 56 „	1 47 „
14	10 44 „	2 21 „
15	11 33 „	3 3 „
16	0 23 Ab.	☾ Unterg.
17	1 13 „	9 20 Ab.
18	2 1 „	9 48 „
19	2 49 „	10 11 „
20	3 35 „	10 31 „
21	4 22 „	10 50 „
22	5 8 „	11 8 „
23	5 56 Ab.	11 26 Ab.
24	6 47 „	11 48 „
25	7 40 „	— — —
26	8 38 „	0 15 Mr.
27	9 39 „	0 48 „
28	10 42 „	1 33 „
29	11 45 „	2 32 „
30	— — —	3 45 Mr.

Tage.	Planeten. Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	3^h 47' Mr.	11^h 37' Mr.	7^h 28' Ab.
11	3 9 „	10 49 „	6 29 „
21	2 39 „	10 29 „	6 18 „
	♀ Venus.		
1	6^h 38' Mr.	3^h 10' Ab.	11^h 41' Ab.
11	6 45 „	2 59 „	11 13 „
21	6 43 „	2 39 „	10 36 „
	♂ Mars.		
1	4^h 47' Mr.	1^h 23' Ab.	9^h 59' Ab.
11	4 38 „	1 12 „	9 46 „
21	4 31 „	1 1 „	9 32 „
	♃ Jupiter.		
1	1^h 25' Mr.	7^h 22' Mr.	1^h 19' Ab.
11	0 48 „	6 48 „	0 47 „
21	0 11 „	6 12 „	0 14 „
	♄ Saturn.		
1	11^h 47' Ab.	4^h 0' Mr.	8^h 13' Mr.
11	11 7 „	3 19 „	7 32 „
21	10 26 „	2 38 „	6 50 „
	♅ Uranus.		
1	1^h 31' Mr.	7^h 42' Mr.	1^h 54' Ab.
11	0 52 „	7 4 „	1 17 „
21	0 13 „	6 26 „	0 38 „

L. V. den 7ten 9^h 9' Ab.
N. M. den 16ten 1^h 6' Mr.

E. V. den 23sten 4^h 4' Ab.
V. M. den 30ten 6^h 56' Mr.

JULI 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Unter-gang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	3ʰ 37′	8ʰ 30′	6ʰ 38′	+ 23° 7′	12ʰ 3′ 30″	15
2	3 37	8 30	6 42	23 2	3 41	16
3	3 38	8 29	6 46	22 57	3 52	17
4	3 39	8 29	6 50	22 52	4 3	18
5	3 40	8 28	6 54	22 47	4 13	19
6	3 41	8 27	6 58	22 41	4 23	20
7	3 42	8 27	7 2	+ 22 34	12 4 33	21
8	3 43	8 26	7 6	22 28	4 43	22
9	3 44	8 25	7 10	22 21	4 52	23
10	3 45	8 24	7 14	22 13	5 0	24
11	3 46	8 23	7 18	22 5	5 9	25
12	3 47	8 22	7 22	21 57	5 16	26
13	3 49	8 21	7 26	21 48	5 24	27
14	3 50	8 20	7 30	+ 21 39	12 5 31	28
15	3 51	8 19	7 34	21 30	5 37	29
16	3 52	8 18	7 38	21 20	5 43	1
17	3 54	8 17	7 42	21 10	5 48	2
18	3 55	8 16	7 45	21 0	5 53	3
19	3 56	8 15	7 49	20 49	5 57	4
20	3 58	8 13	7 53	20 38	6 1	5
21	3 59	8 12	7 57	+ 20 26	12 6 4	6
22	4 1	8 10	8 1	20 14	6 7	7
23	4 3	8 9	8 5	20 2	6 9	8
24	4 4	8 7	8 9	19 49	6 10	9
25	4 5	8 6	8 13	19 37	6 11	10
26	4 7	8 4	8 17	19 23	6 11	11
27	4 8	8 3	8 21	19 10	6 11	12
28	4 10	8 1	8 25	+ 18 56	12 6 10	13
29	4 12	8 0	8 29	18 42	6 8	14
30	4 13	7 58	8 33	18 27	6 6	15
31	4 15	7 56	8 37	18 13	6 3	16

Der Tag nimmt ab während dieses Monats um 1ʰ 13′.

JULI 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Aufgang.
1	$0^h 45'$ Mr.	$9^h 6'$ Ab.
2	1 42 „	9 31 „
3	2 34 „	9 53 „
4	3 23 „	10 11 „
5	4 9 „	10 28 „
6	4 54 „	10 45 „
7	5 37 Mr.	11 4 Ab.
8	6 21 „	11 25 „
9	7 6 „	11 50 „
10	7 52 „	— — —
11	8 39 „	0 21 Mr.
12	9 28 „	1 0 „
13	10 18 „	1 48 „
14	11 8 Mr.	2 45 Mr.
15	11 57 „	☾ Unterg.
16	0 46 Ab.	8 18 Ab.
17	1 33 „	8 39 „
18	2 20 „	8 57 „
19	3 7 „	9 15 „
20	3 54 „	9 34 „
21	4 43 Ab.	9 54 Ab.
22	5 35 „	10 18 „
23	6 29 „	10 48 „
24	7 27 „	11 27 „
25	8 28 „	— — —
26	9 29 „	0 18 Mr.
27	10 29 „	1 23 „
28	11 27 Ab.	2 38 Mr.
29	— — —	☾ Aufg.
30	0 21 Mr.	7 56 Ab.
31	1 12 „	8 16 „

Tage.	Planeten. Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿	Mercur.	
1	$2^h 26'$ Mr.	$10^h 38'$ Mr.	$6^h 50'$ Ab.
11	2 45 „	11 15 „	7 44 „
21	3 48 „	0 6 Ab.	8 24 „
	♀	Venus.	
1	$6^h 25'$ Mr.	$2^h 6'$ Ab.	$9^h 47'$ Ab.
11	5 47 „	1 17 „	8 48 „
21	4 52 „	0 15 „	7 39 „
	♂	Mars.	
1	$4^h 26'$ Mr.	$0^h 50'$ Ab.	$9^h 13'$ Ab.
11	4 22 „	0 38 „	8 53 „
21	4 20 „	0 25 „	8 30 „
	♃	Jupiter.	
1	$11^h 33'$ Ab.	$5^h 36'$ Mr.	$11^h 40'$ Mr.
11	10 55 „	4 59 „	11 3 „
21	10 16 „	4 21 „	10 25 „
	♄	Saturn.	
1	$9^h 46'$ Ab.	$1^h 56'$ Mr.	$6^h 7'$ Mr.
11	9 5 „	1 15 „	5 24 „
21	8 24 „	0 33 „	4 40 „
	⛢	Uranus.	
1	$11^h 34'$ Ab.	$5^h 47'$ Mr.	Mittags
11	10 55 „	5 8 „	11 21 Mr.
21	10 15 „	4 28 „	10 41 „

L. V. den 7ten $11^h 30'$ Mr. | E. V. den 22sten $9^h 52'$ Ab.
N. M. den 15ten $3^h 3'$ Ab. | V. M. den 29sten $3^h 13'$ Mr.

AUGUST 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	4 17′	7ʰ 54′	8ʰ 41′	+ 17° 58′	12ʰ 6′ 0″	17
2	4 18	7 52	8 45	17 42	5 56	18
3	4 20	7 51	8 49	17 27	5 51	19
4	4 22	7 49	8 52	+ 17 11	12 5 46	20
5	4 23	7 47	8 56	16 55	5 40	21
6	4 25	7 45	9 0	16 38	5 34	22
7	4 27	7 43	9 4	16 21	5 27	23
8	4 28	7 41	9 8	16 4	5 19	24
9	4 30	7 39	9 12	15 47	5 11	25
10	4 32	7 37	9 16	15 30	5 3	26
11	4 33	7 35	9 20	+ 15 12	12 4 53	27
12	4 35	7 33	9 24	14 54	4 44	28
13	4 37	7 31	9 28	14 36	4 34	29
14	4 39	7 29	9 32	14 17	4 23	30
15	4 40	7 27	9 36	13 48	4 11	1
16	4 42	7 25	9 40	13 40	3 59	2
17	4 44	7 23	9 44	13 20	3 47	3
18	4 46	7 20	9 48	+ 13 1	12 3 34	4
19	4 47	7 18	9 52	12 41	3 21	5
20	4 49	7 16	9 56	12 22	3 7	6
21	4 51	7 14	10 0	12 2	2 52	7
22	4 53	7 11	10 3	11 42	2 37	8
23	4 54	7 9	10 7	11 21	2 22	9
24	4 56	7 7	10 11	11 1	2 6	10
25	4 58	7 5	10 15	+ 10 40	12 1 50	11
26	5 0	7 2	10 19	10 19	1 33	12
27	5 1	7 0	10 23	9 58	1 16	13
28	5 3	6 58	10 27	9 37	0 59	14
29	5 5	6 55	10 31	9 16	0 41	15
30	5 7	6 53	10 35	8 54	0 23	16
31	5 8	6 51	10 39	8 33	0 5	17

Der Tag nimmt ab während dieses Monats um 1ʰ 58′.

AUGUST 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Aufgang.
1	2^h 0' Mr.	8^h 33' Ab.
2	2 46 „	8 50 „
3	3 31 „	9 8 „
4	4 15 Mr.	9 29 Ab.
5	5 0 „	9 53 „
6	5 46 „	10 22 „
7	6 33 „	10 57 „
8	7 21 „	11 41 „
9	8 11 „	— — —
10	9 0 „	0 34 Mr.
11	9 50 Mr.	1 37 Mr.
12	10 39 „	2 44 „
13	11 28 „	3 56 „
14	0 16 Ab.	☾ Unterg.
15	1 4 „	7 23 Ab.
16	1 52 „	7 42 „
17	2 41 „	8 2 „
18	3 32 Ab.	8 25 Ab.
19	4 26 „	8 52 „
20	5 22 „	9 28 „
21	6 21 „	10 15 „
22	7 20 „	11 13 „
23	8 19 „	— — —
24	9 17 „	0 22 Mr.
25	10 11 Ab.	1 39 Mr.
26	11 2 „	2 59 „
27	11 51 „	4 18 „
28	— — —	☾ Aufg.
29	0 38 Mr.	6 56 Ab.
30	1 24 „	7 14 „
31	2 9 „	7 34 „

Tage.	Planeten. Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	5^h 16' Mr.	0^h 53' Ab.	8^h 30' Ab.
11	6 25 „	1 20 „	8 15 „
21	7 17 „	1 34 „	7 50 „
	♀ Venus.		
1	3^h 42' Mr.	11^h 5' Mr.	6^h 28' Ab.
11	2 46 „	10 13 „	5 41 „
21	2 6 „	9 38 „	5 9 „
	♂ Mars.		
1	4^h 18' Mr.	0^h 11' Ab.	8^h 3' Ab.
11	4 17 „	11 57 Mr.	7 37 „
21	4 15 „	11 43 „	7 10 „
	♃ Jupiter.		
1	9^h 33' Ab.	3^h 37' Mr.	9^h 41' Mr.
11	8 54 „	2 56 „	8 59 „
21	8 13 „	2 14 „	8 16 „
	♄ Saturn.		
1	7^h 35' Ab.	11^h 41' Ab.	3^h 48' Mr.
11	6 54 „	10 59 „	3 4 „
21	6 13 „	10 17 „	2 21 „
	⛢ Uranus.		
1	9^h 32' Ab.	3^h 44' Mr.	9^h 57' Mr.
11	8 52 „	3 4 „	9 17 „
21	8 12 „	2 24 „	8 36 „

L. V. den 6ten 4^h 6' Mr.
N. M. den 14ten 3 11 Mr.

E. V. den 21sten 2^h 55' Mr.
V. M. den 28sten 1 13 Mr.

SEPTEMBER 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	5 10′	6^h 48′	10^h 43′	+ 8 11′	11^h 59′ 46″	18
2	5 12	6 46	10 47	7 49	59 27	19
3	5 14	6 44	10 51	7 27	59 8	20
4	5 15	6 41	10 55	7 5	58 48	21
5	5 17	6 39	10 59	6 42	58 28	22
6	5 19	6 36	11 3	6 20	58 8	23
7	5 21	6 34	11 7	5 58	57 48	24
8	5 22	6 31	11 10	+ 5 35	11 57 28	25
9	5 24	6 29	11 14	5 12	57 8	26
10	5 26	6 27	11 18	4 49	56 47	27
11	5 28	6 24	11 22	4 27	56 26	28
12	5 29	6 22	11 26	4 4	56 6	29
13	5 31	6 19	11 30	3 41	55 45	1
14	5 33	6 17	11 34	3 18	55 24	2
15	5 35	6 14	11 38	+ 2 55	11 55 3	3
16	5 36	6 12	11 42	2 31	54 42	4
17	5 38	6 9	11 46	2 8	54 21	5
18	5 40	6 7	11 50	1 45	54 0	6
19	5 42	6 5	11 54	1 22	53 38	7
20	5 43	6 2	11 58	0 58	53 17	8
21	5 45	6 0	12 2	0 35	52 56	9
22	5 47	5 57	12 6	+ 0 11	11 52 35	10
23	5 49	5 55	12 10	— 0 12	52 15	11
24	5 51	5 52	12 14	0 35	51 54	12
25	5 52	5 50	12 17	0 59	51 33	13
26	5 54	5 47	12 21	1 22	51 13	14
27	5 56	5 45	12 25	1 46	50 53	15
28	5 58	5 42	12 29	2 9	50 33	16
29	5 59	5 40	12 33	— 2 32	11 50 13	17
30	6 1	5 38	12 37	2 56	49 54	18

Der Tag nimmt ab während dieses Monats um 2^h 6′.

SEPTEMBER 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Aufgang.
1	2^h 54′ Mr.	7^h 56′ Ab.
2	3 39 „	8 23 „
3	4 26 „	8 56 „
4	5 14 „	9 36 „
5	6 3 „	10 25 „
6	6 53 „	11 22 „
7	7 41 „	— — —
8	8 30 Mr.	0 27 Mr.
9	9 19 „	1 37 „
10	10 7 „	2 51 „
11	10 55 „	4 7 „
12	11 44 „	☾ Unterg.
13	0 34 Ab.	6 7 Ab.
14	1 26 „	6 30 „
15	2 20 Ab.	6 57 Ab.
16	3 17 „	7 31 „
17	4 16 „	8 14 „
18	5 15 „	9 9 „
19	6 14 „	10 14 „
20	7 11 „	11 28 „
21	8 6 „	— — —
22	8 57 Ab.	0 46 Mr.
23	9 45 „	2 3 „
24	10 32 „	3 20 „
25	11 18 „	4 35 „
26	— — —	☾ Aufg.
27	0 3 Mr.	5 38 Ab.
28	0 48 „	6 0 „
29	1 33 Mr.	6 25 Ab.
30	2 20 „	6 57 „

Tage.	PLANETEN.		
	Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	7^h 56′ Mr.	1^h 36′ Ab.	7^h 16′ Ab.
11	8 5 „	1 22 „	6 39 „
21	7 20 „	0 38 „	5 56 „
	♀ Venus.		
1	1^h 40′ Mr.	9^h 14′ Mr.	4^h 48′ Ab.
11	1 29 „	9 2 „	4 35 „
21	1 30 „	8 57 „	4 24 „
	♂ Mars.		
1	4^h 14′ Mr.	11^h 26′ Mr.	6^h 39′ Ab.
11	4 12 „	11 11 „	6 10 „
21	4 10 „	10 56 „	5 41 „
	♃ Jupiter.		
1	7^h 29′ Ab.	1^h 27′ Mr.	7^h 26′ Mr.
11	6 48 „	0 44 „	6 39 „
21	6 2 „	11 55 Ab.	5 48 „
	♄ Saturn.		
1	5^h 28′ Ab.	9^h 31′ Ab.	1^h 35′ Mr.
11	4 48 „	8 50 „	0 53 Ab.
21	4 8 „	8 10 „	0 12 „
	⛢ Uranus.		
1	7^h 29′ Ab.	1^h 40′ Mr.	7^h 50′ Mr.
11	6 48 „	0 59 „	7 10 „
21	6 9 „	0 18 „	6 27 „

L. V. den 4ten 10^h 23′ Ab. | E. V. den 19ten 8^h 32′ Mr.
N. M. den 12ten 1^h 56′ Ab. | V. M. den 26sten 1^h 53′ Ab.

OCTOBER 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	6^h 3'	5^h 35'	12^h 41'	— 3° 19'	11^h 49' 35"	19
2	6 5	5 33	12 45	3 42	49 16	20
3	6 7	5 30	12 49	4 6	48 57	21
4	6 9	5 28	12 53	4 29	48 39	22
5	6 10	5 25	12 57	4 52	48 21	23
6	6 12	5 23	13 1	— 5 15	11 48 4	24
7	6 14	5 21	13 5	5 38	47 47	25
8	6 16	5 18	13 9	6 1	47 30	26
9	6 18	5 16	13 13	6 24	47 14	27
10	6 19	5 14	13 17	6 47	46 58	28
11	6 21	5 11	13 21	7 9	46 43	29
12	6 23	5 9	13 25	7 32	46 29	30
13	6 25	5 6	13 28	— 7 54	11 46 14	1
14	6 27	5 4	13 32	8 17	46 1	2
15	6 29	5 2	13 36	8 39	45 48	3
16	6 31	5 0	13 40	9 1	45 35	4
17	6 33	4 57	13 44	9 23	45 23	5
18	6 35	4 55	13 48	9 45	45 12	6
19	6 36	4 53	13 52	10 7	45 1	7
20	6 38	4 51	13 56	— 10 28	11 44 51	8
21	6 40	4 48	14 0	10 50	44 41	9
22	6 42	4 46	14 4	11 11	44 32	10
23	6 44	4 44	14 8	11 32	44 24	11
24	6 46	4 42	14 12	11 53	44 16	12
25	6 48	4 40	14 16	12 14	44 10	13
26	6 50	4 38	14 20	12 35	44 4	14
27	6 52	4 36	14 24	— 12 55	11 43 58	15
28	6 53	4 34	14 28	13 15	43 54	16
29	6 55	4 32	14 32	13 35	43 50	17
30	6 57	4 30	14 35	13 55	43 47	18
31	6 59	4 28	14 39	14 14	43 44	19

Der Tag nimmt ab während dieses Monats um 2^h 8'.

OCTOBER 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Aufgang.
1	3ʰ 7′ Mr.	7ʰ 33′ Ab.
2	3 55 „	8 19 „
3	4 44 „	9 12 „
4	5 33 „	10 13 „
5	6 21 „	11 20 „
6	7 9 Mr.	— — —
7	7 56 „	0 30 Mr.
8	8 44 „	1 44 „
9	9 32 „	3 1 „
10	10 22 „	4 20 „
11	11 13 „	5 42 „
12	0 8 Ab.	☾ Unterg.
13	1 5 Ab.	5 28 Ab.
14	2 5 „	6 10 „
15	3 7 „	7 3 „
16	4 8 „	8 6 „
17	5 6 „	9 19 „
18	6 2 „	10 36 „
19	6 54 „	11 54 „
20	7 43 Ab.	— — —
21	8 30 „	1 10 Mr.
22	9 15 „	2 24 „
23	9 59 „	3 37 „
24	10 44 „	4 48 „
25	11 29 „	5 58 „
26	— — —	☾ Aufg.
27	0 15 Mr.	4 57 Ab.
28	1 2 „	5 32 „
29	1 50 „	6 15 „
30	2 38 „	7 5 „
31	3 27 „	8 3 „

Tage.	Planeten Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	5ʰ 35′ Mr.	11ʰ 26′ Mr.	5ʰ 17′ Ab.
11	4 35 „	10 44 „	4 53 „
21	5 1 „	10 49 „	4 37 „
	♀ Venus.		
1	1ʰ 39′ Mr.	8ʰ 55′ Mr.	4ʰ 11′ Ab.
11	1 54 „	8 56 „	3 58 „
21	2 14 „	8 58 „	3 41 „
	♂ Mars.		
1	4ʰ 8′ Mr.	10ʰ 40′ Mr.	5ʰ 11′ Ab.
11	4 6 „	10 24 „	4 42 „
21	4 4 „	10 8 „	4 11 „
	♃ Jupiter.		
1	5ʰ 21′ Ab.	11ʰ 11′ Ab.	5ʰ 0′ Mr.
11	4 40 „	10 27 „	4 14 „
21	3 58 „	9 44 „	3 29 „
	♄ Saturn.		
1	3ʰ 28′ Ab.	7ʰ 30′ Ab.	11ʰ 32′ Ab.
11	2 49 „	6 51 „	10 52 „
21	2 10 „	6 12 „	10 14 „
	♅ Uranus.		
1	5ʰ 25′ Ab.	11ʰ 33′ Ab.	5ʰ 41′ Mr.
11	4 45 „	10 53 „	5 0 „
21	4 5 „	10 12 „	4 18 „

L. V. den 4ten 5ʰ 11′ Ab. | E. V. den 18ten 3ʰ 55′ Ab.
N. M. den 12ten 0ʰ 4′ Mr. | V. M. den 26sten 5ʰ 45′ Mr.

NOVEMBER 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Untergang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	7ʰ 1′	4ʰ 25′	14ʰ 43′	— 14° 34′	11ʰ 43′ 43″	20
2	7 3	4 24	14 47	14 53	43 42	21
3	7 5	4 22	14 51	— 15 11	11 43 42	22
4	7 7	4 20	14 55	15 30	43 43	23
5	7 9	4 18	14 59	15 48	43 45	24
6	7 11	4 16	15 3	16 6	43 48	25
7	7 13	4 14	15 7	16 24	43 51	26
8	7 15	4 12	15 11	16 42	43 56	27
9	7 17	4 11	15 15	16 59	44 1	28
10	7 19	4 9	15 19	— 17 16	11 44 7	29
11	7 21	4 7	15 23	17 32	44 14	1
12	7 23	4 6	15 27	17 49	44 22	2
13	7 24	4 4	15 31	18 5	44 31	3
14	7 26	4 2	15 35	18 20	44 40	4
15	7 28	4 1	15 39	18 36	44 50	5
16	7 30	3 59	15 43	18 51	45 1	6
17	7 32	3 58	15 46	— 19 6	11 45 13	7
18	7 34	3 57	15 50	19 20	45 26	8
19	7 36	3 55	15 54	19 34	45 40	9
20	7 37	3 54	15 58	19 48	45 54	10
21	7 39	3 53	16 2	20 1	46 9	11
22	7 41	3 51	16 6	20 14	46 25	12
23	7 43	3 50	16 10	20 26	46 42	13
24	7 44	3 49	16 14	— 20 39	11 46 59	14
25	7 46	3 48	16 18	20 50	47 18	15
26	7 48	3 47	16 22	21 2	47 37	16
27	7 50	3 46	16 26	21 13	47 56	17
28	7 51	3 45	16 30	21 24	48 17	18
29	7 53	3 44	16 34	21 34	48 38	19
30	7 54	3 43	16 38	21 44	49 0	20

Der Tag nimmt ab während dieses Monats um 1ʰ 40′.

NOVEMBER 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Aufgang.
1	4^h 15′ Mr.	9^h 5′ Ab.
2	5 2 „	10 13 „
3	5 48 Mr.	11 23 Ab.
4	6 34 „	— — —
5	7 21 „	0 36 Mr.
6	8 8 „	1 52 „
7	8 58 „	3 12 „
8	9 50 „	4 34 „
9	10 46 „	5 59 „
10	11 46 Mr.	☾ Unterg.
11	0 49 Ab.	4 48 Ab.
12	1 52 „	5 50 „
13	2 55 „	7 2 „
14	3 54 „	8 21 „
15	4 49 „	9 40 „
16	5 40 „	10 59 „
17	6 28 Ab.	— — —
18	7 13 „	0 15 Mr.
19	7 58 „	1 27 „
20	8 42 „	2 39 „
21	9 26 „	3 49 „
22	10 12 „	4 57 „
23	10 58 „	6 3 „
24	11 46 Ab.	7 7 Mr.
25	— — —	☾ Aufg.
26	0 34 Mr.	4 59 Ab.
27	1 23 „	5 55 „
28	2 11 „	6 56 „
29	2 58 „	8 2 „
30	3 44 „	9 11 „

Tage.	Planeten. Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	6^h 4′ Mr.	11^h 11′ Mr.	4^h 18′ Ab.
11	7 4 „	11 34 „	4 4 „
21	8 3 „	11 59 „	3 55 „
	♀ Venus.		
1	2^h 41′ Mr.	9^h 1′ Mr.	3^h 21′ Ab.
11	3 6 „	9 5 „	3 3 „
21	3 34 „	9 9 „	2 43 „
	♂ Mars.		
1	4^h 1′ Mr.	9^h 50′ Mr.	3^h 39′ Ab.
11	3 59 „	9 34 „	3 9 „
21	3 57 „	9 18 „	2 40 „
	♃ Jupiter.		
1	3^h 14′ Ab.	8^h 58′ Ab.	2^h 41′ Mr.
11	2 34 „	8 17 „	2 0 „
21	1 54 „	7 37 „	1 19 „
	♄ Saturn.		
1	1^h 28′ Ab.	5^h 31′ Ab.	9^h 33′ Ab.
11	0 50 „	4 53 „	8 57 „
21	0 12 „	4 17 „	8 21 „
	⛢ Uranus.		
1	3^h 22′ Ab.	9^h 27′ Ab.	3^h 33′ Mr.
11	2 42 „	8 47 „	2 52 „
21	2 2 „	8 7 „	2 12 „

L. V. den 3ten 10^h 59′ Mr. | E. V. den 17ten 2^h 11′ Mr.
N. M. den 10ten 10^h 16′ Mr. | V. M. den 25sten 0^h 22′ Mr.

DECEMBER 1844.

Tage.	Aufgang der Sonne.	Unter-gang der Sonne.	Sternzeit im mittl. Mittag.	Abweichung der Sonne.	Mittlere Zeit im wahren Mittag.	Mondsalter.
1	7ʰ 56′	3ʰ 43′	16ʰ 42	— 21° 53′	11ʰ 49′ 22″	21
2	7 57	3 42	16 46	22 2	49 46	22
3	7 59	3 41	16 50	22 10	50 9	23
4	8 0	3 41	16 53	22 19	50 34	24
5	8 2	3 40	16 57	22 26	50 59	25
6	8 3	3 40	17 1	22 33	51 24	26
7	8 4	3 39	17 5	22 40	51 50	27
8	8 5	3 39	17 9	— 22 47	11 52 17	28
9	8 6	3 39	17 13	22 53	52 44	29
10	8 8	3 38	17 17	22 58	53 11	1
11	8 9	3 38	17 21	23 3	53 39	2
12	8 10	3 38	17 25	23 8	54 7	3
13	8 11	3 38	17 29	23 12	54 36	4
14	8 12	3 38	17 33	23 15	55 5	5
15	8 13	3 38	17 37	— 23 18	11 55 34	6
16	8 14	3 38	17 41	23 21	56 3	7
17	8 14	3 39	17 45	23 23	56 33	8
18	8 15	3 39	17 49	23 25	57 2	9
19	8 16	3 39	17 53	23 26	57 32	10
20	8 16	3 40	17 57	23 27	58 2	11
21	8 17	3 40	18 1	23 27	58 32	12
22	8 17	3 41	18 4	— 23 27	11 59 2	13
23	8 18	3 41	18 8	23 27	59 32	14
24	8 18	3 42	18 12	23 26	12 0 2	15
25	8 19	3 42	18 16	23 24	0 32	16
26	8 19	3 43	18 20	23 22	1 2	17
27	8 19	3 44	18 24	23 20	1 31	18
28	8 19	3 45	18 28	23 17	2 1	19
29	8 19	3 46	18 32	— 23 13	12 2 30	20
30	8 19	3 47	18 36	23 9	2 59	21
31	8 19	3 48	18 40	23 5	3 28	22

Der Tag nimmt ab bis zum 21sten um 26′, und wächst vom 21sten bis zum Ende dieses Monats um 6′.

DECEMBER 1844.

Tage.	Mond im Meridian.	Mond-Aufgang.
1	4^h 30′ Mr.	10^h 21′ Ab.
2	5 15 „	11 33 „
3	6 0 „	— — —
4	6 47 „	0 48 Mr.
5	7 36 „	2 6 „
6	8 28 „	3 27 „
7	9 25 „	4 50 „
8	10 25 Mr.	6 14 Mr.
9	11 29 „	☾ Unterg.
10	0 34 Ab.	4 35 Ab.
11	1 37 „	5 53 „
12	2 36 „	7 16 „
13	3 31 „	8 38 „
14	4 22 „	9 57 „
15	5 10 Ab.	11 14 Ab.
16	5 55 „	— — —
17	6 40 „	0 27 Mr.
18	7 24 „	1 38 „
19	8 9 „	2 47 „
20	8 55 „	3 55 „
21	9 43 „	4 59 „
22	10 31 Ab.	6 0 Mr.
23	11 19 „	6 54 „
24	— — —	☾ Aufg.
25	0 8 Mr.	4 48 Ab.
26	0 56 „	5 53 „
27	1 43 „	7 1 „
28	2 28 „	8 11 „
29	3 13 Mr.	9 22 Ab.
30	3 58 „	10 34 „
31	4 43 „	11 49 „

Tage.	Planeten. Aufgang.	Im Meridian.	Untergang.
	☿ Mercur.		
1	8^h 54′ Mr.	0^h 26′ Ab.	3^h 58′ Ab.
11	9 30 „	0 55 „	4 19 „
21	9 44 „	1 20 „	4 56 „
	♀ Venus.		
1	4^h 3′ Mr.	9^h 15′ Mr.	2^h 26′ Ab.
11	4 35 „	9 22 „	2 9 „
21	5 5 „	9 31 „	1 57 „
	♂ Mars.		
1	3^h 55′ Mr.	9^h 3′ Mr.	2^h 11′ Ab.
11	3 53 „	8 48 „	1 43 „
21	3 51 „	8 33 „	1 16 „
	♃ Jupiter.		
1	1^h 15′ Ab.	6^h 59′ Ab.	0^h 43′ Mr.
11	0 36 „	6 21 „	0 7 „
21	11 58 Mr.	5 45 „	11 33 Ab.
	♄ Saturn.		
1	11^h 35′ Mr.	3^h 41′ Ab.	7^h 47′ Ab.
11	10 58 „	3 5 „	7 12 „
21	10 21 „	2 30 „	6 [illegible]
	♅ Uranus		
1	1^h 23′ Ab.	7^h 27′ A[illegible]	[illegible]
11	0 43 „	6 48 [illegible]	[illegible]
21	0 4[illegible]	[illegible]	[illegible]

L. V. den 3ten 2^h 48′ Mr. | E. [illegible]
N. M. den 9ten 8^h 53′ Ab. | V [illegible]

TAFEL, um aus der Ephemeride den Aufgang der Sonne für Orte zwischen 44° und 55° nördlicher Breite zu berechnen.

Tag des Jahrs.	Nördliche Breiten.					
	44°	45°	46°	47°	48°	49°
Januar 1	—42′	—39′	—35′	—31′	—27′	—23′
„ 6	—41	—37	—34	—30	—26	—22
„ 11	—39	—36	—32	—29	—25	—21
„ 16	—37	—34	—31	—27	—24	—20
„ 21	—35	—32	—29	—25	—22	—19
„ 26	—32	—29	—26	—23	—20	—17
„ 31	—29	—26	—24	—21	—18	—15
Februar 5	—26	—24	—21	—19	—16	—14
„ 10	—23	—21	—19	—17	—15	—12
„ 15	—20	—18	—16	—15	—13	—11
„ 20	—17	—16	—14	—12	—11	— 9
„ 25	—14	—13	—11	—10	— 9	— 7
März 2	—11	—10	— 9	— 8	— 7	— 6
„ 7	— 8	— 7	— 6	— 6	— 5	— 4
„ 12	— 5	— 4	— 4	— 3	— 3	— 2
„ 17	— 2	— 1	— 1	— 1	— 1	— 1
„ 22	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1
„ 27	+ 5	+ 4	+ 4	+ 3	+ 3	+ 2
April 1	+ 8	+ 7	+ 6	+ 6	+ 5	+ 4
„ 6	+11	+10	+ 9	+ 8	+ 7	+ 6
„ 11	+14	+13	+11	+10	+ 9	+ 7
„ 16	+17	+16	+14	+12	+11	+ 9
„ 21	+20	+18	+16	+14	+12	+10
„ 26	+23	+21	+19	+17	+14	+12
Mai 1	+26	+24	+21	+19	+16	+14

***TAFEL**, um aus der Ephemeride den Aufgang der Sonne für Orte zwischen 44° und 55° nördlicher Breite zu berechnen.*

Tag des Jahrs.	Nördliche Breiten.					
	50°	51°	52°	53°	54°	55°
Januar 1	—18′	—14′	— 9′	— 3′	+ 3′	+ 9′
„ 6	—18	—13	— 8	— 3	+ 3	+ 8
„ 11	—17	—13	— 8	— 3	+ 2	+ 8
„ 16	—16	—12	— 7	— 3	+ 2	+ 7
„ 21	—15	—11	— 7	— 2	+ 2	+ 7
„ 26	—14	—10	— 6	— 2	+ 2	+ 6
„ 31	—12	— 9	— 6	— 2	+ 2	+ 6
Februar 5	—11	— 8	— 5	— 2	+ 2	+ 5
„ 10	—10	— 7	— 4	— 2	+ 1	+ 5
„ 15	— 8	— 6	— 4	— 1	+ 1	+ 4
„ 20	— 7	— 5	— 3	— 1	+ 1	+ 3
„ 25	— 6	— 4	— 3	— 1	+ 1	+ 3
März 2	— 5	— 3	— 2	— 1	+ 1	+ 2
„ 7	— 3	— 2	— 1	0	0	+ 2
„ 12	— 2	— 1	— 1	0	0	+ 1
„ 17	— 1	0	0	0	0	0
„ 22	+ 1	+ 1	0	0	0	0
„ 27	+ 2	+ 1	+ 1	0	0	— 1
April 1	+ 3	+ 2	+ 1	0	0	— 1
„ 6	+ 5	+ 3	+ 2	+ 1	— 1	— 2
„ 11	+ 6	+ 4	+ 3	+ 1	— 1	— 3
„ 16	+ 7	+ 5	+ 3	+ 1	— 1	— 3
„ 21	+ 8	+ 6	+ 4	+ 1	— 1	— 4
„ 26	+10	+ 7	+ 4	+ 2	— 2	— 4
Mai 1	+11	+ 8	+ 5	+ 2	— 2	— 5

TAFEL, um aus der Ephemeride den Aufgang der Sonne für Orte zwischen 44° und 55° nördlicher Breite zu berechnen.

Tag des Jahrs.	Nördliche Breiten.					
	44°	45°	46°	47°	48°	49°
Mai 1	+26′	+24′	+21′	+19′	+16′	+14′
„ 6	+29	+26	+24	+21	+18	+15
„ 11	+32	+29	+26	+23	+20	+17
„ 16	+35	+32	+28	+25	+22	+18
„ 21	+37	+34	+31	+27	+24	+20
„ 26	+40	+36	+33	+29	+25	+21
„ 31	+42	+38	+35	+31	+27	+22
Juni 5	+44	+40	+36	+32	+28	+23
„ 10	+45	+41	+37	+33	+29	+24
„ 15	+46	+42	+38	+34	+29	+25
„ 20	+46	+42	+38	+34	+30	+25
„ 25	+46	+42	+38	+34	+29	+25
„ 30	+46	+42	+38	+34	+29	+25
Juli 5	+45	+41	+37	+33	+28	+24
„ 10	+43	+39	+36	+32	+27	+23
„ 15	+41	+37	+34	+30	+26	+22
„ 20	+39	+35	+32	+28	+25	+21
„ 25	+36	+33	+30	+26	+23	+19
„ 30	+34	+31	+28	+24	+21	+18
August 4	+31	+28	+25	+22	+19	+16
„ 9	+28	+25	+23	+20	+18	+15
„ 14	+25	+23	+20	+18	+16	+13
„ 19	+22	+20	+18	+16	+14	+11
„ 24	+19	+17	+15	+14	+12	+10
„ 29	+16	+14	+13	+12	+10	+ 8
Septbr. 3	+13	+12	+11	+ 9	+ 8	+ 7

TAFEL, um aus der Ephemeride den Aufgang der Sonne für Orte zwischen 44° und 55° nördlicher Breite zu berechnen.

Tag des Jahrs.	Nördliche Breiten.					
	50°	51°	52°	53°	54°	55°
Mai 1	+11'	+ 8'	+ 5'	+ 2'	— 2'	— 5'
„ 6	+12	+ 9	+ 6	+ 2	— 2	— 6
„ 11	+14	+10	+ 6	+ 2	— 2	— 6
„ 16	+15	+11	+ 7	+ 3	— 2	— 7
„ 21	+16	+12	+ 7	+ 3	— 2	— 8
„ 26	+17	+12	+ 8	+ 3	— 2	— 8
„ 31	+18	+13	+ 8	+ 3	— 3	— 8
Juni 5	+19	+14	+ 9	+ 3	— 3	— 9
„ 10	+19	+14	+ 9	+ 3	— 3	— 9
„ 15	+20	+15	+ 9	+ 3	— 3	— 9
„ 20	+20	+15	+ 9	+ 4	— 3	—10
„ 25	+20	+15	+ 9	+ 4	— 3	— 9
„ 30	+20	+15	+ 9	+ 3	— 3	— 9
Juli 5	+19	+14	+ 9	+ 3	— 3	— 9
„ 10	+18	+14	+ 9	+ 3	— 3	— 9
„ 15	+17	+13	+ 8	+ 3	— 3	— 8
„ 20	+16	+12	+ 8	+ 3	— 2	— 8
„ 25	+15	+11	+ 7	+ 3	— 2	— 7
„ 30	+14	+10	+ 6	+ 2	— 2	— 7
August 4	+13	+10	+ 6	+ 2	— 2	— 6
„ 9	+12	+ 9	+ 5	+ 2	— 2	— 6
„ 14	+11	+ 8	+ 5	+ 2	— 2	— 5
„ 19	+ 9	+ 7	+ 4	+ 2	— 1	— 4
„ 24	+ 8	+ 6	+ 4	+ 1	— 1	— 4
„ 29	+ 7	+ 5	+ 3	+ 1	— 1	— 3
Septbr. 3	+ 5	+ 4	+ 2	+ 1	— 1	— 2

***TAFEL**, um aus der Ephemeride den Aufgang der Sonne für Orte zwischen 44° und 55° nördlicher Breite zu berechnen.*

Tag des Jahrs.	Nördliche Breiten.					
	44°	45°	46°	47°	48°	49°
Septbr. 3	+13′	+12′	+11′	+ 9′	+ 8′	+ 7′
„ 8	+10	+ 9	+ 8	+ 7	+ 6	+ 5
„ 13	+ 7	+ 6	+ 6	+ 5	+ 4	+ 4
„ 18	+ 4	+ 3	+ 3	+ 3	+ 2	+ 2
„ 23	+ 1	+ 1	+ 1	0	0	0
„ 28	— 2	— 2	— 2	— 2	— 1	— 1
October 3	— 5	— 5	— 4	— 4	— 3	— 3
„ 8	— 8	— 8	— 7	— 6	— 5	— 5
„ 13	—12	—10	— 9	— 8	— 7	— 6
„ 18	—15	—13	—12	—11	— 9	— 8
„ 23	—18	—16	—14	—13	—11	— 9
„ 28	—21	—19	—17	—15	—13	—11
Novbr. 2	—24	—21	—19	—17	—15	—12
„ 7	—27	—24	—22	—19	—17	—14
„ 12	—29	—27	—24	—21	—19	—16
„ 17	—32	—29	—27	—23	—20	—17
„ 22	—35	—32	—29	—25	—22	—19
„ 27	—37	—34	—31	—27	—24	—20
Decemb. 2	—39	—36	—32	—29	—25	—21
„ 7	—41	—38	—34	—30	—26	—22
„ 12	—42	—39	—35	—31	—27	—23
„ 17	—43	—40	—36	—32	—28	—23
„ 22	—43	—40	—36	—32	—28	—23
„ 27	—43	—39	—36	—32	—28	—23
„ 31	—43	—39	—35	—31	—27	—23

***TAFEL**, um aus der Ephemeride den Aufgang der Sonne für Orte zwischen 44° und 55° nördlicher Breite zu berechnen.*

Tag des Jahrs.	Nördliche Breiten.					
	50°	51°	52°	53°	54°	55°
Septbr. 3	+ 5′	+ 4′	+ 2′	+ 1′	— 1′	— 2′
„ 8	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	— 1	— 2
„ 13	+ 3	+ 2	+ 1	+ 1	0	— 1
„ 18	+ 2	+ 1	+ 1	0	0	— 1
„ 23	0	0	0	0	0	0
„ 28	— 1	— 1	— 1	0	0	+ 1
October 3	— 2	— 2	— 1	0	0	+ 2
„ 8	— 4	— 3	— 2	— 1	+ 1	+ 2
„ 13	— 5	— 4	— 2	— 1	+ 1	+ 2
„ 18	— 6	— 5	— 3	— 1	+ 1	+ 3
„ 23	— 7	— 5	— 3	— 1	+ 1	+ 3
„ 28	— 8	— 6	— 4	— 1	+ 1	+ 4
Novbr. 2	—10	— 7	— 4	— 2	+ 1	+ 5
„ 7	—11	— 8	— 5	— 2	+ 2	+ 5
„ 12	—13	— 9	— 6	— 2	+ 2	+ 6
„ 17	—14	—10	— 6	— 2	+ 2	+ 7
„ 22	—15	—11	— 7	— 3	+ 2	+ 7
„ 27	—16	—12	— 7	— 3	+ 2	+ 8
Decemb. 2	—17	—12	— 8	— 3	+ 2	+ 8
„ 7	—18	—13	— 8	— 3	+ 3	+ 8
„ 12	—18	—13	— 8	— 3	+ 3	+ 9
„ 17	—19	—14	— 9	— 3	+ 3	+ 9
„ 22	—19	—14	— 9	— 3	+ 3	+ 9
„ 27	—19	—14	— 9	— 3	+ 3	+ 9
„ 31	—18	—14	— 9	— 3	+ 3	+ 9

TAFELN
zur Bestimmung der Höhen, vermittelst des Barometers,
von GAUSS.

Diese Tafeln sind unter jeder Breite zu gebrauchen, und die Scale des Barometers kann nach beliebigem Maasse getheilt seyn. Die Temperaturen des Quecksilbers und der Luft müssen in Réaumurschen Graden gegeben seyn. Man muss also, wenn man andere Thermometer gebraucht, die Angaben vorher in Réaumur'sche Grade verwandeln.

Sie setzen ferner Logarithmen mit 5 Decimalen, wie die Lalande'schen, voraus.

Bezeichnungen	Barometerhöhe.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
auf der untern Station	b } in beliebigem Maasse.	T } Réaum.	t } Réaum.
auf der obern Station	b' }	T' }	t' }

φ .... Breite des Orts.
h ..... Höhenunterschied beider Stationen.

Man ziehe von log b... 10 T, von log'... 10 T' ab, natürlich mit Rücksicht auf die Zeichen von T und T'. Die Zahlen 10 T, und 10 T' werden dabei als Einheiten der 5ten Decimale betrachtet. Wir bezeichnen $(\log b - 10\,T) - (\log b' - 10\,T')$ mit u.

Aus der ersten Tafel wird mit dem Argumente $t + t'$, A genommen, aus der zweiten Tafel mit dem Argumente φ...... c. (welches gleichfalls in Einheiten der 5ten Decimale gegeben ist). Man erhält so

$$v = \log u + A\,c.$$

Mit v nimmt man aus der dritten Tafel c' (ebenso wie c in Einheiten der 5ten Decimale angesetzt), dann ist

$$v + c' = \log h, \text{ in Metern.}$$
$$v + c' + 9.71018 = \log h, \text{ in Toisen.}$$

Beispiel 1.

b 316.27 T + 0.°5 Re. t + 0.°3 Re. $\varphi = 48°$

b′ 286.53 T′ − 1.7 Re. t′ − 1.9 Re.

log b 2.50006 log b − 10 T = 2.50001

log b′ 2.45717 log b′ − 10 T′ = 2.45734

u = 0.04267 log u = 8.63012

aus Taf. I. mit t + t′ = − 1°.6 A = 4.26264

aus Taf. II. mit φ = 48............ c = − 12

v = 2.89263

aus Taf. III. mit v = 2.9 .... c′ + 5 h = 781.05 Meter.

9.71018

log h in Toisen = 2.60286 h = 400.74 Toisen.

Beispiel 2.

b 326.5 T + 7°.6 Re. t + 7°.8 Re. $\varphi = 51\frac{1}{2}°$.

b′ 317.8 T′ + 6.4 Re. t′ + 6.2 Re.

log b − 10 T = 2.51312

log b′ − 10 T′ = 2.50151

u = 0.01161 log u = 8.06483

A = 4.27937

c = − 28

v = 2.34392

c′ = + 51

log h in Meter = 2.34393 h = 220.77 Meter.

9 71018

log h in Toisen = 2.05411 h = 113.27 Toisen.

TAFEL I. Argument t + t′.

t + t′	A	t + t′	A	t + t′	A	t + t′	A
−10°	4.25337	+ 5°	4.26980	+20°	4.28564	+35°	4.30092
9	4.25448	6	4.27087	21	4.28667	36	4.30192
8	4.25560	7	4.27195	22	4.28770	37	4.30291
7	4.25671	8	4.27301	23	4.28874	38	4.30391
6	4.25781	9	4.27408	24	4.28976	39	4.30490
5	4.25892	10	4.27514	25	4.29079	40	4.30589
4	4.26002	11	4.27620	26	4.29181	41	4.30688
3	4.26111	12	4.27726	27	4.29283	42	4.30787
2	4.26220	13	4.27832	28	4.29385	43	4.30885
− 1	4.26330	14	4.27937	29	4.29487	44	4.30984
0	4.26439	15	4.28042	30	4.29588	45	4.31082
+ 1	4.26548	16	4.28147	31	4.29689	46	4.31179
2	4.26657	17	4.28251	32	4.29790	47	4.31277
3	4.26765	18	4.28356	33	4.29891	48	4.31374
4	4.26872	19	4.28460	34	4.29991	49	4.31471
5	4.26980	+20	4.28564	35	4.30092	50	4.31568

***TAFEL II.* *Argument* φ.**

φ	c	φ	φ	c	φ	φ	c	φ
0°	124	90	15°	107	75°	30°	62	60°
1	123	89	16	105	74	31	58	59
2	123	88	17	102	73	32	54	58
3	123	87	18	100	72	33	50	57
4	122	86	19	97	71	34	46	56
5	122	85	20	95	70	35	42	55
6	121	84	21	92	69	36	38	54
7	120	83	22	89	68	37	34	53
8	119	82	23	86	67	38	30	52
9	118	81	24	83	66	39	26	51
10	116	80	25	79	65	40	21	50
11	115	79	26	76	64	41	17	49
12	113	78	27	73	63	42	13	48
13	111	77	28	69	62	43	9	47
14	109	76	29	65	61	44	4	46
15	107	75	30	62	60	45	0	45

TAF. III.* *Argument v.

v	c′
1.9	+ 1
2.3	1
2.4	2
2.5	2
2.6	3
2.7	3
2.8	4
2.9	5
3.0	7
3.1	9
3.2	11
3.3	14
3.4	17
3.5	22
3.6	27
3.7	+34

c ist ***negativ***, wenn φ grösser als 45° ist; ***positiv***, wenn φ kleiner als 45° ist.

c und c′ sind in Einheiten der 5ten Decimale gegeben. 10T, 10T′ werden als Einheiten derselben Ordnung betrachtet.

26 Zoll.

Réaumur	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′
°	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′
−14°0	0.79	0.79	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82
13.9	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81
.8	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80
.7	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80
.6	.76	.77	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79
.5	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78
.4	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78
.3	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77
.2	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76
.1	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.75	.76
13.0	.72	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75
−12°9	0.72	0.72	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74
.8	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.73	.74
.7	.71	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73
.6	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.72
.5	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72
.4	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71
.3	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70
.2	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.70	.70
.1	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69
12.0	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68
−11°9	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.68	0.68
.8	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67
.7	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.67
.6	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66
.5	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65
.4	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65
.3	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64
.2	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63
.1	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	[illegible]
−11°0	.60	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.62	.62	[illegible]
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	

26 Zoll.												
Réau-mur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l
— 11 0	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.62	0.62	0.62
10.9	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61
.8	.59	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61
.7	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60
.6	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59
.5	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59
.4	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58
.3	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57
.2	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57
.1	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56
10.0	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55
— 9°9	0.53	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55
.8	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54
.7	52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53
.6	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53
.5	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52
.4	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51
.3	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51
.2	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50
.1	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.49
9.0	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49
— 8°9	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
.8	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48
.7	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47
.6	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46
.5	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	46
.4	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45
.3	.43	.43	.43	.43	.43	.43	44	.44	.44	.44	.44	.44
.2	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44
.1	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43
— 8°0	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

26 Zoll.

Réaumur	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''	7'''	8'''	9'''	10'''	11'''
°	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''
— 8 0	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
7.9	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42
.8	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41
.7	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40
.6	.38	.38	.39	.39	.39	39	.39	.39	.39	.39	.40	.40
.5	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39
.4	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38
.3	.36	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.38	.38
.2	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37
.1	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
7.0	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36
— 6°9	0.34	0.34	0 34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
.8	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34
.7	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34
.6	.32	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33
.5	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32
.4	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32
.3	.30	.30	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
.2	.29	.30	.30	.30	.30	30	.30	.30	.30	.30	.30	.31
.1	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30
6.0	.28	.28	.28	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29
— 5°9	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29	.29
.8	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28
.7	.26	.26	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27
.6	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.27	.27
.5	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.4	.24	.25	.25	.25	.25	.25	.25	25	.25	.25	.25	.25
.3	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.25	.25	.25
.2	.23	.23	.23	.23	.23	.24	.24	.24	24	.24	.24	.24
.1	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23
— 5°0	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.23	.23	.23
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''	7'''	8'''	9'''	10'''	11'''

26 Zoll.

Réaumur	0 ′	1 ′	2 ′	3 ′	4 ′	5 ′	6 ′	7 ′	8 ′	9 ′	10 ′	11 ′
° ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′	+ ′
— 5 0	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23
4.9	.21	.21	.21	.21	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22
.8	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21
.7	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.21
.6	.19	.19	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20
.5	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19
.4	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.19	.19
.3	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18
.2	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17
.1	.16	.16	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17
4.0	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16
— 3°9	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16
.8	.14	.14	.14	.14	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15
.7	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14
.6	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.14	.14
.5	.12	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13
.4	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12
.3	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.12	.12	.12
.2	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11
.1	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
3.0	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.10	.10
— 2°9	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
.8	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.7	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.6	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
.5	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.4	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.3	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.2	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	04	.04
.1	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04
— 2°0	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0 ′	1 ′	2 ′	3 ′	4 ′	5 ′	6 ′	7 ′	8 ′	9 ′	10 ′	11 ′

26 Zoll.

Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l
— 2 0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1.9	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.8	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.7	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.6	.00	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.5	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
.4	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.3	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.2	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.1	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
1.0	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
— 0°9	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0-04	0.04	0 04	0.04	0.04
.8	.04	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.7	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.6	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.5	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.07	.07	.07
.4	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
.3	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.2	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.09
.1	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09
0-0	.09	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
+ 0°1	0.10	0 10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
.2	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11
.3	.11	11	.11	.11	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12
.4	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12
.5	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13
.6	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.14	.14	.14	.14	.14	.14
.7	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14
.8	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15
.9	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.16	.16	.16	.16
+ 1°0	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

26 Zoll.

Réaumur	0 ′	1 ′	2 ′	3 ′	4 ′	5 ′	6 ′	7 ′	8 ′	9 ′	10 ′	11 ′
°	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′
+ 1 0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
.1	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17
.2	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.18	.18
.3	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18
.4	.18	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19
.5	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.20	.20
.6	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20
.7	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.21	.21	.21
.8	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.22
1.9	.21	.21	.22	.22	22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22
+ 2°0	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0 23	0.23	0.23	0.23	0.23
.1	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23
.2	.23	.23	.23	.24	.24	.24	.24	.24	24	.24	.24	.24
.3	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.25
.4	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
.5	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.6	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.27	.27	.27
.7	.26	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27
.8	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28
2.9	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.29	.29	.29
+ 3°0	0.28	0.28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
.1	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30	.30
.2	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.31	.31
.3	.30	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
.4	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32
.5	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.33
.6	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33
.7	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34
.8	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.35
.9	.34	.34	.34	.34	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35
+ 4°0	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36
	′ 0	′ 1	′ 2	′ 3	′ 4	′ 5	′ 6	′ 7	′ 8	′ 9	′ 10	′ 11

26 Zoll.

Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 4 0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36
.1	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
.2	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37	.37
.3	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38
.4	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38
.5	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39
.6	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40
.7	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40
.8	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41
4.9	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42
+ 5°0	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0 42	0.42	0.42	0.42
.1	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43
.2	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44
.3	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44
.4	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45	.45
.5	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46
.6	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46
.7	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47
.8	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48
5.9	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48	.48
+ 6°0	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49
.1	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.49
.2	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50
.3	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51
.4	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51
.5	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52
.6	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53
.7	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53
.8	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54
.9	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55
+ 7°0	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

26 Zoll.												
Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 7 0	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
.1	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56
.2	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57
.3	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57
.4	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58
.5	.57	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.59
.6	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59
.7	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60
.8	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61
7.9	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61
+ 8°0	0.60	0 60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.62	0.62
.1	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.62
.2	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63
.3	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64
.4	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64
.5	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65
.6	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.66	.66
.7	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66
.8	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67
8.9	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68
+ 9°0	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.68	0.68	0.68	0.68
.1	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69
.2	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70
.3	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70
.4	.68	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71
.5	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72
.6	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72
.7	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.72	.73	.73
.8	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.74
.9	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74
+ 10°0	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.75	.75
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

26 Zoll.

Réaumur	0‴	1‴	2‴	3‴	4‴	5‴	6‴	7‴	8‴	9‴	10‴	11‴
°	‴	‴	‴	‴	‴	‴	‴	‴	‴	‴	‴	‴
+ 10 0	0.72	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.75	0.75
.1	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.75
.2	.74	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76
.3	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77
.4	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77
.5	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78
.6	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79
.7	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79
.8	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.79	.80	.80
10.9	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81
+ 11°0	0.79	0.79	0.79	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81
.1	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82
.2	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	82	.82	.83
.3	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83
.4	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84
.5	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.85
.6	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85
.7	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.86	.86
.8	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86
11.9	.84	.84	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86	.87	.87	.87
+ 12°0	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87	0.88
.1	.85	.86	.86	.86	.86	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.88
.2	.86	.86	.87	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.89	.89	.89
.3	.87	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.89	.90
.4	.87	.88	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.90
.5	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.90	.91	.91
.6	.89	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.91	.92
.7	.89	.89	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.91	.92	.92	.92
.8	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.92	.92	.92	.92	.93	.93
.9	.90	.91	.91	.91	.92	.92	.92	.92	.93	.93	.93	.94
+ 13°0	.91	.91	.92	.92	.92	.92	.93	.93	.93	.94	.94	.94
	0‴	1‴	2‴	3‴	4‴	5‴	6‴	7‴	8‴	9‴	10‴	11‴

26 Zoll.												
Réaumur	0 '''	1 '''	2 '''	3 '''	4 '''	5 '''	6 '''	7 '''	8 '''	9 '''	10 '''	11 '''
°	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''
— 11 0	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.62	0.62	0.62
10.9	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61
.8	.59	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61
.7	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60
.6	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59
.5	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59
.4	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58
.3	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57
.2	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57
.1	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56
10.0	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55
— 9°9	0.53	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55
.8	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54
.7	52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53
.6	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53
.5	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52
.4	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51
.3	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51
.2	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50
.1	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.49
9.0	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49
— 8°9	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
.8	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48
.7	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47
.6	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46
.5	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	46
.4	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45
.3	.43	.43	.43	.43	.43	.43	44	.44	.44	.44	.44	.44
.2	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44
.1	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43
— 8°0	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0 '''	1 '''	2 '''	3 '''	4 '''	5 '''	6 '''	7 '''	8 '''	9 '''	10 '''	11 '''

26 Zoll.

Réaumur	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''	7'''	8'''	9'''	10'''	11'''
°	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''
— 8.0	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
7.9	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42
.8	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41
.7	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40
.6	.38	.38	.39	.39	.39	39	.39	.39	.39	.39	.40	.40
.5	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39
.4	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38
.3	.36	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.38	.38
.2	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37
.1	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
7.0	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36
— 6°9	0.34	0.34	0 34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
.8	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34
.7	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34
.6	.32	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33
.5	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32
.4	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32
.3	.30	.30	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
.2	.29	.30	.30	.30	.30	30	.30	.30	.30	.30	.30	.31
.1	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30
6.0	.28	.28	.28	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29
— 5°9	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29	.29
.8	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28
.7	.26	.26	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27
.6	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.27	.27
.5	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.4	.24	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
.3	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.25	.25	.25
.2	.23	.23	.23	.23	.23	.24	.24	.24	24	.24	.24	.24
.1	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23
— 5°0	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.23	.23	.23
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''	7'''	8'''	9'''	10'''	11'''

26 Zoll.												
Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
° ′	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l
— 5 0	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23
4.9	.21	.21	.21	.21	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22
.8	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21
.7	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.21
.6	.19	.19	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20
.5	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19
.4	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.19	.19
.3	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18
.2	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17
.1	.16	.16	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17
4.0	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16
— 3°9	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16
.8	.14	.14	.14	.14	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15
.7	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14
.6	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.14	.14
.5	.12	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13
.4	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12
.3	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.12	.12	.12
.2	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11
.1	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
3.0	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.10	.10
— 2°9	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
.8	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.7	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.6	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
.5	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.4	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.3	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.2	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	04	.04
.1	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04	.04
— 2°0	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

26 Zoll.												
Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l
— 2 0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1.9	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.8	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.7	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.6	.00	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.5	— .00	— .00	— .00	— .00	— .00	— .00	— .00	— .00	— .00	— .00	— .00	— .00
.4	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.3	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.2	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.1	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
1.0	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
— 0°9	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0 04	0.04	0.04
.8	.04	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.7	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.6	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.5	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.07	.07	.07
.4	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
.3	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.2	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.09
.1	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09
0.0	.09	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
+ 0°1	0.10	0 10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
.2	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11
.3	.11	11	.11	.11	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12
.4	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12
.5	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13
.6	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.14	.14	.14	.14	.14	.14
.7	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14
.8	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15
.9	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.16	.16	.16	.16
+ 1°0	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

26 Zoll.

Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 1 0	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
.1	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17
.2	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.18	.18
.3	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18
.4	.18	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19
.5	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.20	.20
.6	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20
.7	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.21	.21	.21
.8	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.22
1.9	.21	.21	.22	.22	22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22
+ 2°0	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0 23	0.23	0.23	0.23	0.23
.1	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23
.2	.23	.23	.23	.24	.24	.24	.24	.24	24	.24	.24	.24
.3	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.25
.4	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
.5	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.6	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.27	.27	.27
.7	.26	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27
.8	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28
2.9	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.29	.29	.29
+ 3°0	0.28	0,28	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
.1	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30	.30
.2	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.31	.31
.3	.30	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
.4	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32
.5	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.33
.6	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33
.7	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34
.8	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.35
.9	.34	.34	.34	.34	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35
+ 4°0	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

26 Zoll.													
	Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
	°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+	4 0	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36
	.1	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
	.2	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37	.37
	.3	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38
	.4	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38
	.5	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39
	.6	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40
	.7	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40
	.8	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41
	4.9	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42
+	5°0	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0 42	0.42	0.42	0.42
	.1	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43
	.2	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44
	.3	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44
	.4	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45	.45
	.5	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46
	.6	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46
	.7	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47
	.8	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48
	5.9	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48	.48
+	6°0	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49
	.1	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.49
	.2	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50
	.3	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51
	.4	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51
	.5	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52
	.6	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53
	.7	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53
	.8	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54
	.9	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55
+	7°0	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55
		l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

26 Zoll.

Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	— l	— l	— l	— l	— l	— l	— l	— l	— l	— l	— l	— l
+ 7 0	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
.1	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56
.2	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57
.3	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57
.4	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58
.5	.57	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.59
.6	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59
.7	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60
.8	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61
7.9	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61
+ 8°0	0.60	0 60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.62	0.62
.1	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.62
.2	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63
.3	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64
.4	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64
.5	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65
.6	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.66	.66
.7	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66
.8	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67
8.9	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68
+ 9°0	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.68	0.68	0.68	0.68
.1	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69
.2	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70
.3	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70
.4	.68	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71
.5	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72
.6	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72
.7	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.72	.73	.73
.8	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.74
.9	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74
+ 10°0	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.75	.75
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

26 Zoll.

Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 10 0	0.72	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74	0.75	0.75
.1	.73	.73	.73	.74	·74	.74	.74	.75	.75	,75	.75	.75
.2	.74	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	·76
.3	.74	.74	.75	·75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77
.4	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.77	·77	.77	.77
.5	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78
.6	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79
.7	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	·79	.79	.79	.79
.8	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.79	.80	.80
10.9	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	·80	.81
+ 11°0	0.79	0.79	0.79	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81
.1	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82
.2	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	82	.82	.83
.3	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83
.4	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84
.5	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.85
.6	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	·85	.85	.85
.7	·83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.86	.86
.8	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86
11.9	.84	.84	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86	.87	.87	.87
+ 12°0	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87	0.88
.1	.85	.86	.86	.86	.86	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.88
.2	.86	.86	.87	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.89	.89	·89
.3	.87	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.89	·90
.4	.87	.88	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.90	.90	.90	·90
.5	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.90	.91	.91
.6	.89	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.91	.92
.7	.89	.89	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.91	.92	·92	.92
.8	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.92	.92	.92	·92	.93	.93
.9	.90	.91	.91	.91	.92	.92	.92	.92	.93	.93	.93	·94
+ 13°0	.91	.91	.92	.92	.92	.92	.93	.93	.93	.94	.94	.94
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

26 Zoll.												
Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 13 0	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.94	0 94	0.94
.1	.92	.92	.92	.93	.93	.93	.93	.94	.94	.94	.95	.95
.2	.92	.93	.93	.93	.93	.94	.94	.94	.95	.95	.95	.96
.3	.93	.93	.94	.94	.94	.94	.95	.95	.95	.96	.96	.96
.4	.94	.94	.94	.94	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.97	.97
.5	.94	.94	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.97	.97
.6	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.97	.98	.98	.98
.7	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.98	.99
.8	.96	.96	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.99	.99	.99	.99
13.9	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.99	.99	.99	.99	1.00	1.00
+ 14°0	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.01
.1	.98	.98	.99	.99	.99	.99	1.00	1.00	1.00	.01	.01	.01
.2	.99	.99	.99	.99	1.00	.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02
.3	.99	.99	1.00	1.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.03
.4	1.00	1.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.03	.03	.03
.5	.00	.01	.01	.01	.02	02	.02	.03	.03	.03	.04	.04
.6	.01	.01	.02	.02	.02	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.05
.7	.02	.02	.02	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05
.8	.02	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.06	.06
14.9	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.06	.06	.06	.07
+ 15°0	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.05	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07
.1	.04	.04	.05	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08
.2	.05	.05	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08
.3	.05	.06	.06	.06	.07	07	.07	.08	.08	.08	.09	.09
.4	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09	.10
.5	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09	.10	.10	.10
.6	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.11	.11
.7	.08	.08	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.11	.11	.11	.12
.8	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12	.12
.9	.09	.10	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12	.12	.13	.13
+ 16°0	.10	.10	.10	.11	.11	.12	.12	.12	.13	.13	.13	.14
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

28 Zoll.												
Réaumur	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''	7'''	8'''	9'''	10'''	11'''
°	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''
— 8.0	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0 45	0.45	0.45
7.9	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45
.8	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44
.7	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43
.6	.41	.41	.42	.42	42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43
.5	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42
.4	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41
.3	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41
.2	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40
.1	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39
7.0	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38
— 6°9	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38
.8	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37
.7	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
.6	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36
.5	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.35	.35	.35	.35	.35
.4	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34
.3	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34
.2	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33
.1	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32
6.0	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
— 5°9	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31
.8	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30	.30
.7	.28	.28	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29
.6	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.29	.29
.5	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28
.4	.26	.26	.26	.27	.27	.27	.27	.27	27	.27	.27	.27
.3	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.2	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.26
.1	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
— 5°0	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''	7'''	8'''	9'''	10'''	11'''

26 Zoll.

Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 19°0	1.29	1.29	1.29	1.30	1.30	1.31	1.31	1.31	1.32	1.32	1.33	1.33
.1	.29	.30	.30	.30	.31	.31	.32	.32	.32	.33	.33	.34
.2	.30	.30	.31	.31	.31	.32	.32	.33	.33	.34	.34	.34
.3	.30	.31	.31	.32	.32	.32	.33	.33	.34	.34	.35	.35
.4	.31	.31	.32	.32	.33	.33	.34	.34	.34	.35	.35	.36
.5	.32	.32	.32	.33	.33	.34	.34	.35	.35	.35	.36	.36
.6	.32	.33	.33	.34	.34	.34	.35	.35	.36	.36	.37	.37
.7	.33	.33	.34	.34	.35	.35	.35	.36	.36	.37	.37	.38
.8	.34	.34	.34	.35	.35	.36	.36	.37	.37	.37	.38	.38
19.9	.34	.35	.35	.35	.36	.36	.37	.37	.38	.38	.39	.39
+ 20°0	1.35	1.35	1.36	1.36	1.36	1.37	1.37	1.38	1.38	1.39	1.39	1.40
.1	.35	.36	.36	.37	.37	.38	.38	.38	.39	.39	.40	.40
.2	.36	.36	.37	.37	.38	.38	.39	.39	.39	.40	.40	.41
.3	.37	.37	.38	.38	.38	.39	.39	.40	.40	.41	.41	.41
.4	.37	.38	.38	.39	.39	.39	.40	.40	.41	.41	.42	.42
.5	.38	.38	.39	.39	.40	.40	.41	.41	.41	.42	.42	.43
.6	.38	.39	.39	.40	.40	.41	.41	.42	.42	.42	.43	.43
.7	.39	.40	.40	.40	.41	.41	.42	.42	.43	.43	.44	.44
.8	.40	.40	.41	.41	.42	.42	.42	.43	.43	.44	.44	.45
20.9	.40	.41	.41	.42	.42	.43	.43	.44	.44	.44	.45	.45
+ 21°0	1.41	1.41	1.42	1.42	1.43	1.43	1.44	1.44	1.45	1.45	1.46	1.46
.1	.42	.42	.43	.43	.43	.44	.44	.45	.45	.46	.46	.47
.2	.42	.43	.43	.44	.44	.45	.45	.45	.46	.46	.47	.47
.3	.43	.43	.44	.44	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.47	.48
.4	.43	.44	.44	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.49
.5	.44	.45	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.49	.49
.6	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.48	.49	.49	.50
.7	.45	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.50
.8	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.51	.51
21.9	.47	.47	.48	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.51	.51	.52
+ 22°0	.47	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.51	.51	.51	.52	.52
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

Réaumur	0	1	2	3	4	5	6	7	[illegible]
	28 Zoll.								
	+	+	+	+	+	+	+	+	+
— 8°0	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.4[illegible]
7.9	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.4[illegible]
.8	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44
.7	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43
.6	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42
.5	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42
.4	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41
.3	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40
.2	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39
.1	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39
7.0	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38
— 6°9	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
.8	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37
.7	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36
.6	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35
.5	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	[illegible]	[illegible]
.4	.33	.33	.33	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.3	.32	.33	.33	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.2	.32	.32	.32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.1	.31	.31	.31	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.0	.30	.30	.31	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
— 5°9	0.30	0.30	0.30	0.30	0.[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.8	.29	.29	.29	.29	.29	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.7	.28	.28	.29	.29	.29	.2[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.6	.28	.28	.28	.28	.28	.28	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.5	.27	.27	.27	.27	.27	.27	[illegible]	[illegible]	[illegible]
.4	.26	.26	.26	.27	.27	.27	.27	[illegible]	[illegible]
.3	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	[illegible]	[illegible]
.2	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	[illegible]	[illegible]
.1	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.25	[illegible]	[illegible]
— 5°0	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	[illegible]	[illegible]
	+	+	+	+	+	+	+	+	[illegible]
	0	1	2	3	4	5	6	7	[illegible]

27 Zoll.

Réaumur	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′
°	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′	+′
— 14.0	0.82	0.82	0.82	0.83	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84	0.84	0.84	0.85
13.9	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84
.8	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83
.7	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83
.6	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82
.5	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81
.4	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81
.3	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80	.80
.2	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79
.1	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.78
13.0	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78
— 12°9	0.75	0.75	0.75	0.75	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.77	0.77
.8	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.76
.7	.73	.74	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76
.6	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75
.5	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.74
.4	.71	.72	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.74	.74
.3	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73
.2	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.72
.1	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.71	.72
12.0	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71
— 11°9	0.68	0.68	0.68	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.70	0.70	0.70	0.70
.8	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70
.7	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69
.6	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68
.5	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68
.4	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67
.3	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66
.2	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66
.1	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65
— 11.0	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′

28 Zoll.

Réaumur	0 '''	1 '''	2 '''	3 '''	4 '''	5 '''	6 '''	7 '''	8 '''	9 '''	10 '''	11 '''
°	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''
— 14.0	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87	0.88
13.9	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86	.87	.87
.8	.84	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86	.86	.86
.7	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86
.6	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85
.5	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84
.4	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83
.3	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.82	.83
.2	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82
.1	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81
13.0	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81
— 12°9	0.77	0.78	0.78	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.80	0.80
.8	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79
.7	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.78
.6	.75	.76	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78
.5	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77
.4	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.76
.3	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.75	.76
.2	.73	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75
.1	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74
12.0	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.73	.74
11°9	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.73	0.73
.8	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72
.7	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.71
.6	.69	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71
.5	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70
.4	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69
.3	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69
.2	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68
.1	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67
— 11°0	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0 '''	1 '''	2 '''	3 '''	4 '''	5 '''	6 '''	7 '''	8 '''	9 '''	10 '''	11 '''

27 Zoll.												
Réaumur	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
°	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'
— 11.0	0.62	0.62	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64
10.9	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.64
.8	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63
.7	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62
.6	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.62
.5	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61
.4	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60
.3	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.59
.2	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59
.1	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58
10.0	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.57
— 9°9	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.57	0.57
.8	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56
.7	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55
.6	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55
.5	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54
.4	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53
.3	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53
.2	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52
.1	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51
9.0	.49	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51
— 8°9	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50	0.50
.8	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49
.7	.47	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.49
.6	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48
.5	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47
.4	.45	.45	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47
.3	.44	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46	.46	.46
.2	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45	.45	.45	.45
.1	.43	.43	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45
— 8°0	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44	.44
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'

28 Zoll.

Réaumur	0 '''	1 '''	2 '''	3 '''	4 '''	5 '''	6 '''	7 '''	8 '''	9 '''	10 '''	11 '''
°	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''	+ '''
— 8°0	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
7.9	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45
.8	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44
.7	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43
.6	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43
.5	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42
.4	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41
.3	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41
.2	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40
.1	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39
7.0	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38
— 6°9	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38
.8	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37
.7	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
.6	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36
.5	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.35	.35	.35	.35	.35
.4	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34
.3	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34
.2	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33
.1	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32
6.0	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
— 5°9	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31
.8	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30	.30
.7	.28	.28	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29
.6	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.29	.29
.5	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28
.4	.26	.26	.26	.27	.27	.27	.27	.27	27	.27	.27	.27
.3	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.2	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.26
.1	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
— 5°0	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0 '''	1 '''	2 '''	3 '''	4 '''	5 '''	6 '''	7 '''	8 '''	9 '''	10 '''	11 '''

27 Zoll.												
Réaumur	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''	7'''	8'''	9'''	10'''	11'''
°	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''	+'''
— 8.0	0.42	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.44	0.44
7.9	.42	42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43
.8	.41	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43
.7	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	41	.41	.42	.42	.42
.6	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41
.5	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40
.4	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40
.3	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39
.2	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38
.1	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38
7.0	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37	.37
— 6.9	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36
.8	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36
.7	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35
.6	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34
.5	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34
.4	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33
.3	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32
.2	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32
.1	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31
6.0	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30
— 5.9	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.30	0.30
.8	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.29	.29	.29	.29	.29	.29
.7	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28
.6	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28
.5	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.27	.27	.27	.27	.27	.27
.4	.25	.25	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.3	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.26	.26
.2	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.25	.25	.25
.1	.23	.23	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24
— 5.0	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.24
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	0'''	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''	7'''	8'''	9'''	10'''	11'''

28 Zoll.

Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l
— 8.0	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
7.9	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45
.8	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44
.7	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43
.6	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43
.5	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42
.4	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41
.3	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41
.2	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40
.1	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39
7.0	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38
— 6°9	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38
.8	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37
.7	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
.6	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36
.5	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.35	.35	.35	.35	.35
.4	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34
.3	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34
.2	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33
.1	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32
6.0	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
— 5°9	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31
.8	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30	.30
.7	.28	.28	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29
.6	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.29	.29
.5	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28
.4	.26	.26	.26	.27	.27	.27	.27	.27	27	.27	.27	.27
.3	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.2	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.26
.1	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
— 5°0	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24
	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

27 Zoll.												
Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l	+ l
— 2.0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1.9	.02	.02	.02	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
.8	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.7	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.6	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.5	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
.4	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.3	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.2	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.1	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
1.0	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
— 0°9	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
.8	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.7	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.6	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.5	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
.4	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
.3	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.2	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09
.1	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.99	.09	.09	.09	.09	.09
0.0	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
+ 0°1	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
.2	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.11	.12
.3	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12
.4	.12	.12	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13
.5	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.14	.14
.6	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14
.7	.14	.14	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15
.8	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.16	.16
.9	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16
+ 1°0	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

28 Zoll.

Réaumur	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'
	+'	+'	+'	+'	+'	+'	+'	+'	+'	+'	+'	+'
— 2.0	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
1.9	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
.8	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.7	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.6	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
.5	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00
.4	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.3	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01	.01
.2	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02
.1	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03
1.0	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.04
— 0°9	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
.8	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05	.05
.7	.05	.05	.05	.05	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.6	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06	.06
.5	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07	.07
.4	.07	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.3	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08	.08
.2	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09	.09
.1	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10
0.0	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	.10	11	.11
+ 0°1	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
.2	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12
.3	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.12	.13	.13	.13	.13
.4	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13	.13
.5	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.14
.6	.14	.14	.14	.14	.14	.14	.15	.15	.15	.15	.15	.15
.7	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15	.15
.8	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16
.9	.16	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17
+ 1°0	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.18
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'

27 Zoll.												
Réaumur	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'
°	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'
+ 1°0	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
.1	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.17	.18	.18	.18
.2	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18
.3	.18	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19
.4	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.20	.20	.20
.5	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20
.6	.20	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21
.7	.21	.21	.21	21	.21	.21	.21	.21	.21	.22	.22	.22
.8	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	22	.22	.22	.22	.22
.9	.22	.22	.22	.22	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23
+ 2°0	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24
.1	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24	.24
.2	.24	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
.3	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26
.4	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.5	.26	.26	.26	.26	.26	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27
.6	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28
.7	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28
.8	.28	.28	.28	.28	.28	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29
.9	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30
+ 3°0	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
.1	.30	.30	.30	.30	.30	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31
.2	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32
.3	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	32	.32	.32
.4	.32	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33
.5	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34	.34	.34
.6	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34
.7	.34	.34	.34	.34	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35
.8	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36
.9	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
+ 4°0	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'

28 Zoll.												
Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 1°0	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18
.1	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18	.18
.2	.18	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19
.3	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.19	.20	.20	.20
.4	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20	.20
.5	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21
.6	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.21	.22	.22	.22	.22
.7	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22	.22
.8	.22	.22	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23
.9	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.23	.24	.24	.24	.24	.24
+ 2°0	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25
.1	.24	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.25
.2	.25	.25	.25	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.26	.26	.26
.3	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.26	.27	.27
.4	.26	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27	.27
.5	.27	.27	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28
.6	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.28	.29	.29	.29
.7	.28	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29	.29
.8	.29	.29	.29	.29	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30
.9	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.31	.31	.31	.31
+ 3°0	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32
.1	.31	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32
.2	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.33	.33
.3	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.34	.34
.4	.33	.33	.33	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.34
.5	.34	.34	.34	.34	.34	.34	.35	.35	.35	.35	.35	.35
.6	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.35	.36	.36	.36
.7	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.36
.8	.36	.36	.36	.36	.36	.36	.37	.37	.37	.37	.37	.37
.9	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38
+ 4°0	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

27 Zoll.												
Réau-mur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 4 0	0,36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
.1	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38
.2	.37	.37	.37	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39
.3	.38	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39
.4	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40
.5	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41
.6	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41
.7	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42
.8	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43
.9	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43
+ 5°0	0.42	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44
.1	.43	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45
.2	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45	.45	.45	.45
.3	.44	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46	.46	.46	.46
.4	.45	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47
.5	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47
.6	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48
.7	.47	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.49
.8	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49
.9	.48	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50
+ 6°0	0.49	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51
.1	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51
.2	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52
.3	.51	.51	.51	.51	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53
.4	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53
.5	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54
.6	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55
.7	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55
.8	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56
.9	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57
+ 7.0	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.57
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	[illegible] l	10 l	11 l

28 Zoll.

Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 4°0	0.37	0.37	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.39
.1	.38	.38	.38	.38	.38	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39
.2	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.39	.40	.40	.40	.40
.3	.39	.39	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.41
.4	.40	.40	.40	.40	.40	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41
.5	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42
.6	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.42	.43	.43
.7	.42	.42	.42	.42	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43
.8	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.43	.44	.44	.44	.44	.44
.9	.43	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.44	.45	.45	.45
+ 5°0	0.44	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
.1	.45	.45	.45	.45	.45	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46
.2	.45	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47
.3	.46	.46	.46	.46	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48
.4	.47	.47	.47	.47	.47	.47	.48	.48	.48	.48	.48	.48
.5	.47	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.48	.49	.49	.49	.49
.6	.48	.48	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.49	.50	.50
.7	.49	.49	.49	.49	.49	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50
.8	.49	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.50	.51	.51	.51	.51
.9	.50	.50	.50	.51	.51	.51	.51	.51	.51	.51	.52	.52
+ 6°0	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
.1	.51	.52	.52	.52	.52	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53
.2	.52	.52	.52	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54
.3	.53	.53	.53	.53	.53	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.55
.4	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55
.5	.54	.54	.55	.55	.55	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56
.6	.55	.55	.55	.55	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57
.7	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.57
.8	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58
.9	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59
+ 7°0	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.59
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

27 Zoll.												
Réau-mur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 7 0	0,56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
.1	.56	.56	.57	.57	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58
.2	.57	.57	.57	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59
.3	.57	.58	.58	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.59
.4	.58	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60
.5	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61
.6	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.61
.7	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62
.8	.61	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63
.9	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.63
+ 8°0	0.62	0.62	0.62	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.64	0.64	0.64	0.64
.1	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65
.2	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65
.3	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66
.4	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67
.5	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67
.6	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68
.7	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69	.69
.8	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.70
.9	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70
+ 9°0	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.71	0.71
.1	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72
.2	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72
.3	.70	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.72	.73	.73
.4	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.74
.5	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74
.6	.72	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.74	.75	.75
.7	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76
.8	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76
.9	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.76	.77	.77
+ 10°0	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

28 Zoll.

Réaumur	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′
°	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′
+ 7°0	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
.1	.58	.58	.59	.59	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60
.2	.59	.59	.59	.59	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61
.3	.60	.60	.60	.60	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.62
.4	.60	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62
.5	.61	.61	.61	.61	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63
.6	.62	.62	.62	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.63	.64
.7	.62	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64
.8	.63	.63	.63	.64	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65
.9	.64	.64	.64	.64	.64	.65	.65	.65	.65	.65	.66	.66
+ 8°0	0.64	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
.1	.65	.65	.65	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67
.2	.66	.66	.66	.66	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68
.3	.66	.67	.67	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69
.4	.67	.67	.67	.68	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69
.5	.68	.68	.68	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70
.6	.68	.69	.69	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71
.7	.69	.69	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71
.8	.70	.70	.70	.70	.71	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72
.9	.70	.71	.71	.71	.71	.71	.72	.72	.72	.72	.72	.73
+ 9°0	0.71	0.71	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
.1	.72	.72	.72	.72	.73	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74
.2	.72	.73	.73	.73	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.75	.75
.3	.73	.73	.74	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.75
.4	.74	.74	.74	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76
.5	.74	.75	.75	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.76	.77	.77
.6	.75	.75	.76	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78
.7	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78
.8	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79
.9	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.79	.80
+ 10°0	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80
	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′

27 Zoll.

Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 10 0	0.75	0.75	0.75	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.77	0.77	0.77	0.78
.1	.76	.76	.76	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78
.2	.76	.77	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.78	.79	.79
.3	.77	.77	.77	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80
.4	.78	.78	.78	.78	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80
.5	.78	.79	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81
.6	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82
.7	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82
.8	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83
.9	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84
+ 11°0	0.82	0.82	0.82	0.82	0.83	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84	0.84	0.84
.1	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85
.2	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86
.3	.83	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86
.4	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86	.87	.87
.5	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86	.87	.87	.87	.87	.88
.6	.85	.86	.86	.86	.86	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.88
.7	.86	.86	.87	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.88	.89	.89
.8	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.89	.90
.9	.87	.88	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.90
+ 12°0	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91
.1	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.91	.92
.2	.89	.90	.90	.90	.90	.91	91	.91	.92	.92	.92	.92
.3	.90	.90	.91	.91	.91	.91	.92	.92	.92	.92	.93	.93
.4	.91	.91	.91	.91	.92	.92	.92	.93	.93	.93	.93	.94
.5	.91	.92	.92	.92	.92	.93	.93	.93	.94	.94	.94	.94
.6	.92	.92	.93	.93	.93	.93	.94	.94	.94	.94	.95	.95
.7	.93	93	.93	.93	.94	.94	.94	.95	.95	.95	.95	.96
.8	.93	.94	.94	.94	.94	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.96
.9	.94	.94	.94	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.96	.97	.97
+ 13°0	.95	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.97	.97	.98
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

28 Zoll.

Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 10°0	0.78	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80
.1	.78	.79	.79	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81
.2	.79	.79	.80	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82
.3	.80	.80	.80	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.82
.4	.81	.81	.81	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83
.5	.81	.81	.82	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84
.6	.82	.82	.82	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85
.7	.83	.83	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85
.8	.83	.83	.84	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86	.86
.9	.84	.84	.84	.85	.85	.85	.85	.86	.86	.86	.86	.87
+ 11°0	0.85	0.85	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87
.1	.85	.85	.86	.86	.86	.87	.87	.87	.87	.88	.88	.88
.2	.86	.86	.86	.87	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.88	.89
.3	.87	.87	.87	.87	.88	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.89
.4	.87	.88	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.89	.90	.90	.90
.5	.88	.88	.88	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.90	.91	.91
.6	.89	.89	.89	.89	.90	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.92
.7	.89	.90	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.92	.92	.92	.92
.8	.90	.90	.90	.91	.91	.91	.92	.92	.92	.92	.93	.93
.9	.91	.91	.91	.91	.92	.92	.92	.93	.93	.93	.93	.94
+ 12°0	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94
.1	.92	.92	.93	.93	.93	.93	.94	.94	.94	.94	.95	.95
.2	.93	.93	.93	.93	.94	.94	.94	.95	.95	.95	.95	.96
.3	.93	.94	.94	.94	.94	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.96
.4	.94	.94	.95	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.97
.5	.95	.95	.95	.96	.96	.96	.96	.97	.97	.97	.97	.98
.6	.95	.96	.96	.96	.96	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.98
.7	.96	.96	.97	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.99	0.99	0.99
.8	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.98	.99	0.99	0.99	1.00	1.00
.9	.97	.98	.98	.98	.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1,00	·00	.01
+ 13°0	.98	.98	.99	.99	.99	1.00	1.00	1.00	.00	.01	.01	.01
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

27 Zoll.

Réaumur	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′
°	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′
+ 13°0	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98
.1	.95	.95	.96	.96	.96	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.98
.2	.96	.96	.96	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.98	.99	0.99
.3	.96	.97	.97	.97	.98	.98	.98	.99	0.99	0.99	0.99	1.00
.4	.97	.97	.98	.98	.98	.99	0.99	0.99	1.00	1 00	1.00	.00
.5	.98	.98	.98	.99	0.99	0.99	1.00	1.00	.00	.01	.01	.01
.6	.98	.99	0.99	0.99	1.00	1.00	.00	.01	.01	.01	.01	.02
.7	0.99	0.99	1.00	1.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.02
.8	1.00	1.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.03	.03	.03
.9	.00	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.03	.03	.03	.03	.04
+ 14°0	1.01	1.01	1.02	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04
.1	.02	.02	.02	.03	.03	.03	.04	.04	.05	.05	.05	.05
.2	.02	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.05	.06
.3	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.06	.06	.06	.06
.4	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.07
.5	.04	.05	.05	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.07	.08
.6	.05	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.08
.7	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09
.8	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09	.10	.10
.9	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.11
+ 15°0	1.08	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09	1.10	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11
.1	.08	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12
.2	.09	.09	.09	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12	.12	.13
.3	.09	.10	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12	.13	.13	.13
.4	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12	.13	.13	.13	.14	.14
.5	.11	.11	.11	.12	.12	.12	.13	.13	.14	.14	.14	.15
.6	.11	.12	.12	.12	.13	.13	.13	.14	.14	.15	.15	.15
.7	.12	.12	.13	.13	.13	.14	.14	.14	.15	.15	.16	.16
.8	.13	.13	.13	.14	.14	.14	.15	.15	.16	.16	.16	.17
.9	.13	.14	.14	.14	.15	.15	.15	.16	.16	.17	.17	.17
+ 16°0	.14	.14	.15	.15	.15	.16	.16	.16	.17	.17	.18	.18
	0′	1′	2′	3′	4′	5′	6′	7′	8′	9′	10′	11′

28 Zoll.												
Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 13 0	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01
.1	.99	0.99	0.99	1.00	1.00	.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02
.2	0.99	1.00	1.00	1.00	.01	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.03
.3	1.00	.00	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.02	.03	.03	.03
.4	.01	.01	.01	.02	.02	.02	.03	.03	.03	.03	.04	.04
.5	.01	.02	.02	.02	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.04	.05
.6	.02	.02	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.05
.7	.03	.03	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.06	.06	.06
.8	.03	.04	.04	.04	.05	.05	.05	.06	.06	.06	.06	.07
.9	.04	.04	.05	.05	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.08
+ 14°0	1.05	1.05	1.05	1.06	1.06	1.06	1.07	1.07	1.07	1.08	1.08	1.08
.1	.05	.06	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09
.2	.06	.06	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09	.10
.3	.07	.07	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09	.10	.10	.10
.4	.07	.08	.08	.08	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.11	.11
.5	.08	.08	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.11	.11	.11	.12
.6	.09	.09	.09	.10	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12	.12
.7	.09	.10	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12	.12	.13	.13
.8	.10	.10	.11	.11	.11	.12	.12	.12	.13	.13	.13	.14
.9	.11	.11	.11	.12	.12	.12	.13	.13	.13	.14	.14	.14
+ 15°0	1.12	1.12	1.12	1.13	1.13	1.13	1.14	1.14	1.14	1.14	1.15	1.15
.1	.12	.13	.13	.13	.14	.14	.14	.15	.15	.15	.16	.16
.2	.13	.13	.14	.14	.14	.15	.15	.15	.16	.16	.16	.17
.3	.14	.14	.14	.15	.15	.15	.16	.16	.16	.17	.17	.17
.4	.14	.15	.15	.15	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.18	.18
.5	.15	.15	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.18	.18	.18	.19
.6	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.18	.18	.18	.19	.19	.19
.7	.16	.17	.17	.17	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.20	.20
.8	.17	.17	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.20	.20	.20	.21
.9	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.20	.20	.20	.21	.21	.21
+ 16°0	.18	.19	.19	.19	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.22	.22
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

27 Zoll.

Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 16° 0	1.14	1.14	1.15	1.15	1.15	1.16	1.16	1.16	1.17	1.17	1.18	1.18
.1	.15	.15	.15	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.18	.18	.19
.2	.15	.16	.16	.16	.17	.17	.17	.18	.18	.19	.19	.19
.3	.16	.16	.17	.17	.17	.18	.18	.18	.19	.19	.20	.20
.4	.17	.17	17	.18	.18	.18	.19	.19	.19	.20	.20	.21
.5	.17	.18	.18	.18	·19	.19	.19	.20	.20	.21	.21	.21
.6	.18	.18	.19	.19	·19	.20	.20	.20	.21	.21	.22	.22
.7	.19	.19	.19	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.22	.22	.23
.8	.19	·20	.20	.20	.21	.21	.21	.22	.22	.23	.23	.23
.9	.20	.20	.21	.21	.21	.22	.22	.22	.23	.23	.24	.24
+ 17° 0	1·20	1.21	1.21	1.22	1.22	1.22	1.23	1.23	1.23	1.24	1.24	1.25
.1	.21	.22	.22	.22	.23	.23	.23	.24	.24	.25	.25	.25
.2	.22	.22	.23	.23	.23	.24	.24	.24	.25	.25	.26	.26
.3	.22	.23	.23	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.26	.26	.27
.4	.23	.23	.24	.24	.25	.25	.25	.26	.26	.27	.27	.27
.5	.24	.24	.25	.25	.25	.26	.26	.26	.27	.27	.28	.28
.6	.24	.25	.25	.26	.26	.26	.27	.27	.27	.28	.28	.29
.7	.25	.25	.26	.26	.27	.27	.27	.28	.28	.29	.29	.29
.8	.26	.26	.26	.27	.27	.28	.28	.28	.29	.29	.30	.30
.9	.26	.27	.27	.28	.28	.28	.29	.29	.29	.30	.30	·31
+ 18° 0	1.27	1.27	1.28	1.28	1.29	1.29	1.29	1.30	1.30	1.31	1.31	1.31
.1	.28	.28	.28	.29	.29	.30	.30	.30	.31	.31	.32	.32
.2	.28	.29	.29	.29	.30	.30	.31	.31	.31	.32	.32	.33
.3	.29	.29	.30	.30	.31	.31	.31	.32	.32	.33	.33	.33
.4	.30	·30	.30	.31	.31	.32	.32	.32	.33	.33	.34	.34
.5	.30	.31	.31	.31	.32	.32	.33	.33	.33	.34	.34	.35
.6	.31	.31	.32	.32	.32	.33	.33	.34	.34	.35	.35	.35
.7	.32	.32	.32	.33	·33	.34	.34	.34	.35	.35	.36	.36
.8	.32	.33	.33	.33	.34	.34	.35	.35	.35	.36	.36	.37
.9	.33	.33	.34	.34	.34	.35	.35	.36	.36	.37	.37	.37
+ 19° 0	.33	.34	.34	.35	.35	.36	.36	.36	.37	.37	.38	.38
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

28 Zoll												
Réaumur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 16 0	1.18	1.19	1.19	1.19	1.20	1.20	1.20	1.21	1.21	1.21	1.22	1.22
.1	.19	.19	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.22	.22	.22	.23
.2	.20	.20	.20	.21	.21	.21	.22	.22	.22	.23	.23	.23
.3	.20	.21	.2'	.21	.22	.22	.22	.23	.23	.23	.24	.24
.4	.21	.21	.22	.22	.22	.23	.23	.23	.24	.24	.24	.25
.5	.22	.22	.22	.23	.23	.23	.24	.24	.24	.25	.25	.26
.6	.22	.23	.23	.23	.24	.24	.24	.25	.25	.26	.26	.26
.7	.23	.23	.24	.24	.24	.25	.25	.26	.26	.26	.27	.27
.8	.24	.24	.24	.25	.25	.25	.26	.26	.27	.27	.27	.28
.9	.24	.25	.25	.25	.26	.26	.27	.27	.27	.28	.28	.28
+ 17°0	1.25	1.25	1.26	1.26	1.26	1.27	1.27	1.28	1.28	1.28	1.29	1.29
.1	.26	.26	.26	.27	.27	.28	.28	.28	.29	.29	.29	.30
.2	.26	.27	.27	.27	.28	.28	.29	.29	.29	.30	.30	.30
.3	.27	.27	.28	.28	.28	.29	.29	.30	.30	.30	.31	.31
.4	.28	.28	.28	.29	.29	.30	.30	.30	.31	.31	.31	.32
.5	.28	.29	.29	.29	.30	.30	.31	.31	.31	.32	.32	.33
.6	.29	.29	.30	.30	.31	.31	.31	.32	.32	.32	.33	.33
.7	.30	.30	.30	.31	.31	.32	.32	.32	.33	.33	.34	.34
.8	.30	.31	.31	.32	.32	.32	.33	.33	.33	.34	.34	.35
.9	.31	.31	.32	.32	.33	.33	.33	.34	.34	.35	.35	.35
+ 18°0	1.32	1.32	1.32	1.33	1.33	1.34	1.34	1.34	1.35	1.35	1.36	1.36
.1	.32	.33	.33	.34	.34	.34	.35	.35	.36	.36	.36	.37
.2	.33	.33	.34	.34	.35	.35	.35	.36	.36	.37	.37	.37
.3	.34	.34	.35	.35	.35	.36	.36	.36	.37	.37	.38	.38
.4	.34	.35	.35	.36	.36	.36	.37	.37	.38	.38	.38	.39
.5	.35	.35	.36	.36	.37	.37	.37	.38	.38	.39	.39	.39
.6	.36	.36	.37	.37	.37	.38	.38	.39	.39	.39	.40	.40
.7	.36	.37	.37	.38	.38	.38	.39	.39	.40	.40	.40	.41
.8	.37	.37	.38	.38	.39	.39	.40	.40	.40	.41	[illegible]	42
.9	.38	.38	.39	.39	.39	.40	40	.41	.41	[illegible]	[illegible]	[illegible]
+ 19°0	.38	.39	.39	.40	.40	.40	.41	.41	.42	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	[illegible]	[illegible]	[illegible]

27 Zoll.												
Réaumur	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+ 19° 0	l 1.33	l 1.34	l 1.34	l 1.35	l 1.35	l 1.36	l 1.36	l 1.36	l 1.37	l 1.37	l 1.38	l 1.38
.1	.34	.35	.35	.35	.36	.36	.37	.37	.37	.38	.38	.39
.2	.35	.35	.36	.36	.36	.37	.37	.38	.38	.39	.39	.39
.3	.35	.36	.36	.37	.37	.37	.38	.38	.39	.39	.40	.40
.4	.36	.36	.37	.37	.38	38	.39	.39	.39	.40	.40	.41
.5	.37	.37	.38	.38	.38	.39	.39	.40	.40	.41	.41	.41
.6	.37	.38	.38	.39	.39	.39	.40	.40	.41	.41	.42	.42
.7	.38	.38	.39	.39	.40	.40	.41	.41	.41	.42	.42	.43
.8	.39	.39	.40	.40	.40	.41	.41	.42	.42	.42	.43	.43
.9	.39	.40	.40	.41	.41	.41	.42	.42	.43	.43	.44	.44
+ 20°0	1.40	1.40	1.41	1.41	1.42	1.42	1.43	1.43	1.43	1.44	1.44	1.45
.1	.41	.41	.41	.42	.42	.43	.43	.44	.44	.44	.45	.45
.2	.41	.42	.42	.43	.43	43	.44	.44	.45	.45	.46	.46
.3	.42	.42	.43	.43	.44	.44	.45	.45	.45	.46	.46	.47
.4	.43	.43	.43	.44	.44	.45	.45	.46	.46	.46	.47	.47
.5	.43	.44	.44	.45	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.48	.48
.6	.44	.44	.45	.45	.46	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.49
.7	.44	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.48	.49	.49
.8	.45	.46	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.49	.49	.50	.50
.9	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.51
+ 21°0	1.46	1.47	1.47	1.48	1.48	1.49	1.49	1.50	1.50	1.50	1.51	1.51
.1	.47	.48	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.51	.51	.52	.52
.2	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.50	.51	.51	.52	.52	.53
.3	.48	.49	.49	.50	.50	.51	.51	.52	.52	.52	.53	.53
.4	.49	.49	.50	.50	.51	.51	.52	.52	.53	.53	.54	.54
.5	.50	.50	.51	.51	.51	.52	.52	.53	.53	.54	.54	.55
.6	.50	.51	.51	.52	.52	.53	.53	.54	.54	.54	.55	.55
.7	.51	.51	.52	.52	.53	.53	.54	.54	.55	.55	.56	.56
.8	.52	.52	.53	.53	.53	.54	.54	.55	.55	.56	.56	.57
.9	.52	.53	.53	.54	.54	.55	.55	.56	.56	.56	.57	.57
+ 22°0	.53	.53	.54	.54	.55	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0 l	1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	11 l

28 Zoll.

Réaumur	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'
°	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'	'
+ 19 0	1.38	1.39	1.39	1.40	1.40	1.40	1.41	1.41	1.42	1.42	1.43	1.43
.1	.39	.39	.40	.40	.41	.41	.42	.42	.42	.43	.43	.44
.2	.40	.40	.41	.41	.41	.42	.42	.43	.43	.43	.44	.44
.3	.40	.41	.41	.42	.42	.43	.43	.43	.44	.44	.45	.45
.4	.41	.42	.42	.42	.43	.43	.44	.44	.44	.45	.45	.46
.5	.42	.42	.43	.43	.43	.44	.44	.45	.45	.46	.46	.46
.6	.42	.43	.43	.44	.44	.45	.45	.45	.46	.46	.47	.47
.7	.43	.44	.44	.44	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.47	.48
.8	.44	.44	.45	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.48
.9	.44	.45	.45	.46	.46	.47	.47	.47	.48	.48	.49	.49
+ 20°0	1.45	1.46	1.46	1.46	1.47	1.47	1.48	1.48	1.49	1.49	1.49	1.50
.1	.46	.46	.47	.47	.48	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.51
.2	.46	.47	.47	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.50	.51	.51
.3	.47	.48	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.51	.51	.52	.52
.4	.48	.48	.49	.49	.50	.50	.50	.51	.51	.52	.52	.53
.5	.48	.49	.49	.50	.50	.51	.51	.52	.52	.52	.53	.53
.6	.49	.50	.50	.50	.51	.51	.52	.52	.53	.53	.54	.54
.7	.50	.50	.51	.51	.52	.52	.53	.53	.53	.54	.54	.55
.8	.50	.51	.51	.52	.52	.53	.53	.54	.54	.55	.55	.55
.9	.51	.52	.52	.53	.53	.53	.54	.54	.55	.55	.56	.56
+ 21°0	1.52	1.52	1.53	1.53	1.54	1.54	1.55	1.55	1.55	1.56	1 56	1.57
.1	.53	.53	.53	.54	.54	.55	.55	.56	.56	57	.57	.58
.2	.53	.54	.54	.55	.55	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58
.3	.54	.54	.55	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58	.58	.59
.4	.55	.55	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58	.59	.59	.60
.5	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58	.58	.59	.59	.60	.60
.6	.56	.56	.57	.57	.58	.58	.59	.59	.60	.60	.61	.61
.7	.57	.57	.57	.58	.58	.59	.59	.60	.60	.61	.61	.62
.8	.57	.58	.58	.59	.59	.60	.60	.60	.61	.61	.62	.62
.9	.58	.58	.59	.59	.60	.60	.61	.61	.62	.62	.63	.63
+ 22°0	.59	.59	.59	.60	.60	.61	.61	.62	.62	.63	.63	.64
	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'

27 Zoll.												
Réau-mur	0 ′	1 ′	2 ′	3 ′	4 ′	5 ′	6 ′	7 ′	8 ′	9 ′	10 ′	11 ′
°	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′
+ 22 0	1.53	1.53	1.54	1.54	1.55	1.55	1.56	1.56	1.57	1.57	1.58	1.58
.1	.54	.54	.54	.55	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58	.59
.2	.54	.55	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58	.58	.59	.59
.3	.55	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58	.59	.59	.60	.60
.4	.55	.56	.56	.57	.57	.58	.58	.59	.59	.60	.60	.61
.5	.56	.57	.57	.58	.58	.59	.59	.59	.60	.60	.61	.61
.6	.57	.57	.58	.58	.59	.59	.60	.60	.61	.61	.62	.62
.7	.57	.58	.58	.59	.59	.60	.60	.61	.61	.62	.62	.63
.8	.58	.59	.59	.60	.60	.61	.61	.61	.62	.62	.63	.63
.9	.59	.59	.60	.60	.61	.61	.62	.62	.63	.63	.64	.64
+ 23°0	1.59	1.60	1.60	1.61	1.61	1.62	1 62	1.63	1.63	1.64	1.64	1.65
.1	.60	.60	.61	.61	.62	.62	.63	.63	.64	.64	.65	.65
.2	.61	.61	.62	.62	.63	.63	.64	.64	.65	.65	.66	.66
.3	.61	.62	.62	.63	.63	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67
.4	.62	.62	.63	.63	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67	.67
.5	.63	.63	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67	.67	.68	.68
.6	.63	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67	.67	.68	.68	.69
.7	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67	.67	.68	.68	69	.69
.8	.65	.65	.66	.66	.67	.67	.68	.68	.69	.69	.70	.70
.9	.65	.66	.66	.67	.67	.68	.68	.69	.69	.70	.70	.71
+ 24°0	1.66	1.66	1.67	1.67	1.68	1.68	1.69	1.69	1.70	1.70	1.71	1.71
.1	.66	.67	.67	.68	.69	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72
.2	.67	.68	.68	.69	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73
.3	.68	.68	.69	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73	.73
.4	.68	.69	.69	.70	.70	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.74
.5	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.74	.75
.6	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.74	.75	.75
.7	.70	.71	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.75	.75	.76	.76
.8	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.74	.75	.75	.76	.76	.77
.9	.72	.72	.73	.73	.74	.74	.75	.75	.76	.76	.77	.77
+ 25°0	.72	.73	.73	.74	.74	.75	.75	.76	.77	.77	.78	.78
	0 ′	1 ′	2 ′	3 ′	4 ′	5 ′	6 ′	7 ′	8 ′	9 ′	10 ′	11 ′

28 Zoll.												
Réau-mur	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11
°	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l	l
+ 22 0	1.59	1.59	1.59	1.60	1.60	1.61	1.61	1.62	1.62	1.63	1.63	1.64
.1	.59	.60	.60	.61	.61	.62	.62	.63	.63	.63	.64	.64
.2	.60	.60	.61	.61	.62	.62	.63	.63	.64	.64	.65	.65
.3	.61	.61	.62	.62	.62	.63	.63	.64	.64	.65	.65	.66
.4	.61	.62	.62	.63	.63	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67
.5	.62	.62	.63	.63	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67	.67
.6	.63	.63	.64	.64	.65	.65	.65	.66	.66	.67	.67	.68
.7	.63	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67	.67	.68	.68	.69
.8	.64	.64	.65	.65	.66	.66	.67	.67	.68	.68	.69	.69
.9	.65	.65	.66	.66	.67	.67	.68	.68	.69	.69	.69	.70
+ 23°0	1.65	1.66	1.66	1.67	1.67	1.68	1.68	1.69	1.69	1.70	1.70	1.71
.1	.66	.66	.67	.67	.68	.68	.69	.69	.70	.70	.71	.71
.2	.67	.67	.68	.68	.69	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72
.3	.67	.68	.68	.69	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73
.4	.68	.68	.69	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73	.73
.5	.69	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.74
.6	.69	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.74	.75
.7	.70	.70	.71	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.75	.75	.76
.8	.71	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.74	.75	.75	.76	.76
.9	.71	.72	.72	.73	.73	.74	.74	.75	.75	.76	.76	.77
+ 24°0	1.72	1.72	1.73	1.73	1.74	1.75	1.75	1.76	1.76	1.77	1.77	1.78
.1	.73	.73	.74	.74	.75	.75	.76	.76	.77	.77	.78	.78
.2	.73	.74	.74	.75	.75	.76	.76	.77	.77	.78	.78	.79
.3	.74	.74	.75	.76	.76	.77	.77	.78	.78	.79	.79	.80
.4	.75	.75	.76	.76	.77	.77	.78	.78	.79	.79	.80	.80
.5	.75	.76	.76	.77	.77	.78	.78	.79	.79	.80	.81	.81
.6	.76	.77	.77	.78	.78	.79	.79	.80	.80	.81	.81	.82
.7	.77	.77	.78	.78	.79	.79	.80	.80	.81	.81	.82	.82
.8	.77	.78	.78	.79	.79	.80	.80	.81	.92	.82	.83	.83
.9	.78	.79	.79	.80	.80	.84	.81	.82	.82	.83	.93	.84
+ 25°0	.79	.79	.80	.80	.81	.81	.82	.82	.83	.83	.84	.85
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	l 0	l 1	l 2	l 3	l 4	l 5	l 6	l 7	l 8	l 9	l 10	l 11

Verwandlung der Barometerscalen.

Pariser Zoll und Linien.

Pariser Zoll.	Lin.	Millimeter	Engl. Zoll.
25	0	676.749	26.6441
	1	679.005	7329
	2	681.260	8218
	3	683.516	9106
	4	685.772	9994
	5	688.028	27.0882
	6	690.284	1770
	7	692.540	2658
	8	694.795	3546
	9	697.051	4435
	10	699.307	5323
	11	701.563	6211
26	0	703.819	7099
	1	706.074	7987
	2	708.330	8875
	3	710.586	9763
	4	712.842	28.0652
	5	715.098	1540
	6	717.354	2428
	7	719.609	3316
	8	721.865	4204
	9	724.121	5092
	10	726.377	5980
	11	728.633	6868
27	0	730.889	7757
	1	733.144	8645
	2	735.400	9533
	3	737.656	29.0421
	4	739.912	1309
	5	742.168	2197
	6	744.424	3085
	7	746.679	3974
	8	748.935	4862
	9	751.191	5750
	10	753.447	6638
	11	755.703	7526
28	0	757.959	29.8414
	1	760.214	9302
	2	762.470	30.0191
	3	764.726	1079
	4	766.982	1967
	5	769.238	2855
	6	771.494	3743
	7	773.749	4631
	8	776.005	5519
	9	778.261	6408
	10	780.517	7296
	11	782.773	8184
29	0	785.029	9072

Linien.	Millimeter	Engl. Zoll.
0.1	0.226	0.0089
0.2	0.451	0.0178
0.3	0.677	0.0266
0.4	0.902	0.0355
0.5	1.128	0.0444
0.6	1.353	0.0533
0.7	1.579	0.0622
0.8	1.805	0.0711
0.9	2.030	0.0799
0.01	0.023	0.0009
0.02	0.045	0.0018
0.03	0.068	0.0027
0.04	0.090	0.0036
0.05	0.113	0.0044
0.06	0.135	0.0053
0.07	0.158	0.0062
0.08	0.180	0.0071
0.09	0.203	0.0080

1 Pariser Fuss = 12.789183 Englische Zoll.

Verwandlung der Barometerscalen.
Millimeter.

Millim.	Pariser Zoll.	Pariser Linien.	Engl. Zoll.	Millim.	Pariser Zoll.	Pariser Linien.	Engl. Zoll.
676	24	11.668	26.6147	711	26	3.183	27.9926
677	25	0.111	6540	712		3.627	28.0320
678		0.555	6934	713		4.070	0714
679		0.998	7328	714		4.513	1107
680		1.441	7721	715		4.957	1501
681		1.885	8115	716		5.400	1895
682		2.328	8509	717		5.843	2289
683		2 771	8902	718		6.287	2682
684		3.214	9296	719		6.730	3076
685		3.658	9690	720		7.173	3470
686		4.101	27.0084	721		7.616	3863
687		4.544	0477	722		8.060	4257
688		4.988	0871	723		8.503	4651
689		5.431	1265	724		8.946	5045
690		5.874	1658	725		9.390	5438
691		6.318	2052	726		9.833	5832
692		6.761	2446	727		10.276	6226
693		7.204	2840	728		10.719	6619
694		7.647	3233	729		11.163	7013
695		8.091	3627	730		11.606	7407
696		8.534	4021	731	27	0.049	7800
697		8.977	4414	732		0.493	8194
698		9.421	4808	733		0.936	8588
699		9.864	5202	734		1 379	8982
700		10.307	5596	735		1.823	9375
701		10.750	5989	736		2.266	9769
702		11.194	6383	737		2.709	29.0163
703		11.637	6777	738		3.152	0556
704	26	0 080	7170	739		3.596	0950
705		0.524	7564	740		4.039	1344
706		0.967	7958	741		4.482	1738
707		1.410	8351	742		4.926	2131
708		1.854	8745	743		5.369	2525
709		2.297	9139	744		5.812	2919
710		2.740	9533	745		6.256	3312

Verwandlung der Barometerscalen.

Millimeter.

Millim.	Pariser Zoll.	Pariser Linien.	Engl. Zoll.
746	27	6.699	29.3706
747		7.142	4100
748		7.585	4494
749		8.029	4887
750		8.472	5281
751		8.915	5675
752		9.359	6068
753		9.802	6462
754		10.245	6856
755		10.688	7249
756		11.132	7643
757		11.575	8037
758	28	0.018	8431
759		0.462	8824
760		0.905	9218
761		1.348	9612
762		1.792	30.0005
763		2.235	0399
764		2.678	0793
765		3.121	1187
766		3.565	1580
767		4.008	1974
768		4.451	2368
769		4.895	2761
770		5.338	3155
771		5.781	3549
772		6.225	3942
773		6.668	4336
774		7.111	4730
775		7.554	5124
776		7.998	5517
777		8.441	5911
778		8.884	6305
779		9.328	6698
780		9.771	7092

Millim.	Pariser Linien.	Engl. Zoll.
0.1	0.044	0.0039
0.2	0.089	0.0079
0.3	0.133	0.0118
0.4	0.177	0.0157
0.5	0.222	0.0197
0.6	0.266	0.0236
0.7	0.310	0.0276
0.8	0.355	0.0315
0.9	0.399	0.0354
0.01	0.004	0.0004
0.02	0.009	0.0008
0.03	0.013	0.0012
0.04	0.018	0.0016
0.05	0.022	0.0020
0.06	0.027	0.0024
0.07	0.031	0.0028
0.08	0.035	0.0031
0.09	0.040	0.0035

1 Meter = 39.37079 Engl. Zoll.
1 Meter = 443.296 Pariser Linien.

Verwandlung der Barometerscalen.

Englische Zoll.

Engl. Zoll.	Pariser. Zoll.	Pariser. Linien.	Millimeter.
26.7	25	0.629	678.168
26.8		1.755	680.708
26.9		2.881	683.248
27.0		4.007	685.788
27.1		5.133	688.328
27.2		6.259	690.868
27.3		7.385	693.407
27.4		8.511	695.947
27.5		9.637	698.487
27.6		10.763	701.027
27.7		11.889	703.567
27.8	26	1.015	706.107
27.9		2.140	708.647
28.0		3.266	711.187
28.1		4.392	713.727
28.2		5.518	716.267
28.3		6.644	718.807
28.4		7.770	721.347
28.5		8.896	723.887
28.6		10.022	726.427
28.7		11.148	728.967
28.8	27	0.274	731.507
28.9		1.400	734.047
29.0		2.526	736.587
29.1		3.652	739.127
29.2		4.778	741.667
29.3		5.904	744.207
29.4		7.030	746.747
29.5		8.156	749.286
29.6		9.282	751.826
29.7		10.408	754.366
29.8		11.534	756.906
29.9	28	0.659	759.446
30.0		1.785	761.986
30.1		2.911	764.526

Engl. Zoll.	Pariser Zoll.	Pariser Linien.	Millimeter
30.2	28	4.037	767.066
30.3		5.163	769.606
30.4		6.289	772.146
30.5		7.415	774.686
30.6		8.541	777.226
30.7		9.667	779.766
30.8		10.793	782.306
30.9		11.919	784.846
31.0	29	1.045	787.386

E. Zoll.	Pariser Lin.	Millimeter.
0.01	0.113	0.254
0.02	0.225	0.508
0.03	0.338	0.762
0.04	0.450	1.016
0.05	0.563	1.270
0.06	0.676	1.524
0.07	0.788	1.778
0.08	0.901	2.032
0.09	1.013	2.286
0.001	0.011	0.025
0.002	0.023	0.051
0.003	0.034	0.076
0.004	0.045	0.102
0.005	0.056	0.127
0.006	0.068	0.152
0.007	0.079	0.178
0.008	0.090	0.203
0.009	0.101	0.229

12 Engl. Zoll = 135.1142 Par Lin.
1 Meter = 443.296 Par. Lin.

***TAFEL** zur Verwandlung der Thermometerscalen.*

R.	C.	F.	R.	C.	F.	R.	C.	F.	R.	C.	F.
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
28.0	35.0	31.0	14.0	17.5	0.5	0.0	0.0	32.0	14.0	17.5	63.5
27.6	34.5	30.1	13.6	17.0	1.4	0.4	0.5	32.9	14.4	18.0	64.4
27.2	34.0	29.2	13.2	16.5	2.3	0.8	1.0	33.8	14.8	18.5	65.3
26.8	33.5	28.3	12.8	16.0	3.2	1.2	1.5	34.7	15.2	19.0	66.2
26.4	33.0	27.4	12.4	15.5	4.1	1.6	2.0	35.6	15.6	19.5	67.1
26.0	32.5	26.5	12.0	15.0	5.0	2.0	2.5	36.5	16.0	20.0	68.0
25.6	32.0	25.6	11.6	14.5	5.9	2.4	3.0	37.4	16.4	20.5	68.9
25.2	31.5	24.7	11.2	14.0	6.8	2.8	3.5	38.3	16.8	21.0	69.8
24.8	31.0	23.8	10.8	13.5	7.7	3.2	4.0	39.2	17.2	21.5	70.7
24.4	30.5	22.9	10.4	13.0	8.6	3.6	4.5	40.1	17.6	22.0	71.6
24.0	30.0	22.0	10.0	12.5	9.5	4.0	5.0	41.0	18.0	22.5	72.5
23.6	29.5	21.1	9.6	12.0	10.4	4.4	5.5	41.9	18.4	23.0	73.4
23.2	29.0	20.2	9.2	11.5	11.3	4.8	6.0	42.8	18.8	23.5	74.3
22.8	28.5	19.3	8.8	11.0	12.2	5.2	6.5	43.7	19.2	24.0	75.2
22.4	28.0	18.4	8.4	10.5	13.1	5.6	7.0	44.6	19.6	24.5	76.1
22.0	27.5	17.5	8.0	10.0	14.0	6.0	7.5	45.5	20.0	25.0	77.0
21.6	27.5	16.6	7.6	9.5	14.9	6.4	8.0	46.4	20.4	25.5	77.9
21.2	26.5	15.7	7.2	9.0	15.8	6.8	8.5	47.3	20.8	26.0	78.8
20.8	26.0	14.8	6.8	8.5	16.7	7.2	9.0	48.2	21.2	26.5	79.7
20.4	25.5	13.9	6.4	8.0	17.6	7.6	9.5	49.1	21.6	27.0	70.6
20.0	25.0	13.0	6.0	7.5	18.5	8.0	10.0	50.0	22.0	27.5	81.5
19.6	24.5	12.1	5.6	7.0	19.4	8.4	10.5	50.9	22.4	28.0	82.4
19.2	24.0	11.2	5.2	6.5	20.3	8.8	11.0	51.8	22.8	28.5	83.3
18.8	23.5	10.3	4.8	6.0	21.2	9.2	11.5	52.7	23.2	29.0	84.2
18.4	23.0	9.4	4.4	5.5	22.1	9.6	12.0	53.6	23.6	29.5	85.1
18.0	22.5	8.5	4.0	5.0	23.0	10.0	12.5	54.5	24.0	30.0	86.0
17.6	22.0	7.6	3.6	4.5	23.9	10.4	13.0	55.4	24.4	30.5	86.9
17.2	21.5	6.7	3.2	4.0	24.8	10.8	13.5	56.3	24.8	31.0	87.8
16.8	21.0	5.8	2.8	3.5	25.7	11.2	14.0	57.2	25.2	31.5	88.7
16.4	20.5	4.9	2.4	3.0	26.6	11.6	14.5	58.1	25.6	32.0	89.6
16.0	20.0	4.0	2.0	2.5	27.5	12.0	15.0	59.0	26.0	32.5	90.5
15.6	19.5	3.1	1.6	2.0	28.4	12.4	15.5	59.9	26.4	33.0	91.4
15.2	19.0	2.2	1.2	1.5	29.3	12.8	16.0	60.8	26.8	33.5	92.3
14.8	18.5	1.3	0.8	1.0	30.2	13.2	16.5	61.7	27.2	34.0	93.2
14.4	18.0	0.4	0.4	0.5	31.1	13.6	17.0	62.6	27.6	34.5	94.1

Hunderttheile der Scalen.

Réaumur.		
R.	C.	F.
°	°	°
0.01	0.01	0.02
0.2	.03	.05
0.3	.04	.07
.04	.05	.09
.05	.06	0.11
.06	.08	.14
.07	.09	.16
.08	0.10	.18
.09	.11	0.20
0.10	.13	.23
.11	.14	.25
.12	.15	.27
.13	.16	.29
.14	.18	0.32
.15	.19	.34
.16	0.20	.36
.17	.21	.38
.18	.23	0.41
.19	.24	.43
0.20	.25	.45
.21	.26	.47
.22	.28	0.50
.23	.29	.52
.24	0.30	.54
.25	.31	.56
.26	.33	.59
.27	.34	0.61
.28	.35	.63
.29	.36	.65
0.30	.38	.68
.31	.39	0.70
.32	0.40	.72
.33	.41	.74
.34	.43	.77
.35	.44	.79
0.36	0.45	0.81
.37	.46	.83
.38	48.	.86
.39	49.	.88

Centigrad		
C.	R.	F.
°	°	°
0.01	0.01	0.02
.02	.02	.04
.03	.02	.05
.04	.03	.07
.05	.04	.09
.06	.05	.11
.07	.06	.13
.08	.06	.14
.09	.07	.16
.010	.08	.18
.11	.09	0.20
.12	0.10	.22
.13	.10	.23
.14	.11	.25
.15	.12	.27
.16	.13	.29
.17	.14	.31
.18	.14	.32
.19	.15	.34
0.20	.16	.36
.21	.17	.38
.22	.18	0.40
.23	.18	.41
.24	.19	.43
.25	0.20	.45
.26	.21	.47
.27	.22	.49
0.28	0.22	0.50
.29	.23	.52
0.30	.24	.54
.31	.25	.56
.32	.26	.58
.33	.26	.59
.34	.27	0.61
.35	.28	.63
.36	.29	.65
.37	0.30	.67
.38	.30	.68
.39	.31	.70
.40	.32	.72
.41	.33	.74
.42	.34	.76
.43	.34	.77
.44	.35	.79
.45	.36	.81
.46	.37	.83
.47	.38	.85
.48	.38	.86
.49	.39	.88

Fahrenheit.		
F.	R.	C.
°	°	°
0.1	0.04	0.06
0.2	0.09	0.11
0.3	0.13	0.17
0.4	0.18	0.22
0.5	0.22	0.28
0.6	0.27	0.33
0.7	0.31	0.39
0.8	0.36	0.44
0.9	0.40	0.50

D.u.P.F.	Toisen.	Meter.	Pariser Fusse.	EnglischeFusse.
1	0.16103	0.31385	0.96618	1.02972
2	0.32206	0.62771	1.93236	2.05944
3	0.48309	0.94156	2.89854	3.08916
4	0.64412	1.25541	3.86472	4.11889
5	0.80515	1.56927	4.83090	5.14861
6	0.96618	1.88312	5.79708	6.17833
7	1.12721	2.19697	6.76326	7.20805
8	1.28824	2.51083	7.72944	8.23777
9	1.44927	2.82468	8.69563	9.26749
10	1.61030	3.13853	9.66181	10.29722
20	3.22060	6.27707	19.32361	20.59443
30	4.83090	9.41560	28.98542	30.89165
40	6.44120	12.55414	38.64722	41.18886
50	8.05150	15.69267	48.30903	51.48608
60	9·66180	18.83121	57.97083	61.78329
70	11·27211	21.96974	67.63264	72.08051
80	12·88241	25.10828	77.29444	82·37772
90	14·49271	28·24681	86.95625	92.67494
100	16·10301	31·38535	96.61806	102.97215
200	32·20602	62·77070	193.23611	205.94430
300	48·30903	94·15605	289.85417	308.91646
400	64.41204	125·54140	386·47222	411.88861
500	80·51505	156·92675	483.09028	514.86076
600	96.61806	188·31210	579·70833	617.83291
700	112.72106	219·69745	676·32639	720.80507
800	128.82407	251·08280	772·94444	823.77722
900	144.92708	282·46815	869·56250	926.74937
1000	161.03009	313·85350	966·18056	1029.72152
2000	322·06019	627·70699	1932·36111	2059.44305
3000	483.09028	941·56049	2898·54167	3089.16457
4000	644.12037	1255·41399	3864·72222	4118.88610
5000	805.15046	1569.26749	4830.90278	5148.60762
6000	966.18056	1883.12098	5797.08333	6178.32914
7000	1127.21065	2196.97448	6763.26389	7208.05067
8000	1288.24074	2510.82798	7729.44444	8237.77219
9000	1449.27083	2824.68148	8695.62500	9267.49372
10000	1610.30093	3138.53497	9661.80556	10297.21524

Die Tafel um Decimalen des Fusses in Zolle und Linien zu verwandeln, *steht* pag. 89.

Zoll.	Toisen.	Millimeter.	Pariser Zolle und Linien.		Englische Zolle.
	T	mm	Z	L	Z
1	0.01342	26.154	0	11.594	1.0297
2	0.02684	52.309	1	11.188	2.0594
3	0.04026	78.463	2	10.783	3.0892
4	0.05368	104.618	3	10.377	4.1189
5	0.06710	130.772	4	9.971	5.1486
6	0.08052	156.927	5	9.565	6.1783
7	0.09393	183.081	6	9.159	7.2081
8	0.10735	209.236	7	8.753	8.2378
9	0.12077	235.390	8	8.348	9.2675
10	0.13419	261.545	9	7.942	10.2972
11	0.14711	287.699	10	7.536	11.3269
12	0.16103	313.853	11	7.130	12.3567
Linien.					
1	0.00112	2.180	0	0.966	0.0858
2	0.00224	4 359	0	1.932	0.1716
3	0.00335	6.539	0	2.899	0.2574
4	0.00447	8.718	0	3.865	0.3432
5	0.00559	10.898	0	4.831	0.4291
6	0.00671	13.077	0	5.797	0.5149
7	0.00783	15.257	0	6.763	0.6007
8	0.00895	17.436	0	7.729	0.6865
9	0.01006	19.616	0	8.696	0.7723
10	0.01118	21.795	0	9.662	0.8581
11	0.01230	23.975	0	10.628	0.9439
12	0.01342	26.154	0	11.594	1.0297

Zoll.	PariserFusse.	Engl.Fusse.	Linien.	PariserFusse.	Engl.Fusse.
1	0.08052	0.08581	1	0.00671	0.00715
2	0.16103	0.17162	2	0.01342	0.01430
3	0.24155	0.25743	3	0.02013	0.02145
4	0.32206	0.34324	4	0.02684	0.02860
5	0.40258	0.42905	5	0.03355	0.03576
6	0.48309	0 51486	6	0.04026	0.04291
7	0.56361	0.60067	7	0.04697	0.05006
8	0.64412	0.68648	8	0.05368	0.05721
9	0.72464	0.77229	9	0.06039	0.06436
10	0.80515	0.85810	10	0.06710	0.07151
11	0.88567	0.94391	11	0.07381	0.07866
12	0.96618	1.02972	12	0.08052	0.08581

Toisen.	Dän. u. Preuss. Fusse.
1	6.21002
2	12.42004
3	18.63006
4	24.84008
5	31.05010
6	37.26012
7	43.47014
8	49.68016
9	55.89017
10	62.10019
20	124.20039
30	186.30058
40	248.40078
50	310.50097
60	372.60116
70	434.70136
80	496.80155
90	558.90175
100	621.00194
200	1242.00388
300	1863.00582
400	2484.00776
500	3105.00970
600	3726.01164
700	4347.01358
800	4968.01553
900	5589.01747
1000	6210.01941
2000	12420.03881
3000	18630.05822
4000	24840.07763
5000	31050.09703
6000	37260.11644
7000	43470.13584
8000	49680.15525
9000	55890.17466
10000	62100.19406

Meter.	Dän. und Preuss. Fusse.
1	3.18620
2	6.37240
3	9.55860
4	12.74480
5	15.93100
6	19.11720
7	22.30340
8	25.48960
9	28.67580
10	31.86200
20	63.72400
30	95.58600
40	127.44800
50	159.31000
60	191.17200
70	223.03400
80	254.89600
90	286.75800
100	318.62000
200	637.23999
300	955.85999
400	1274.47998
500	1593.09998
600	1911.71997
700	2230.33997
800	2548.95997
900	2867.57996
1000	3186.19996
2000	6372.39991
3000	9558.59987
4000	12744.79983
5000	15930.99978
6000	19117.19974
7000	22303.39970
8000	25489.59966
9000	28675.79961
10000	31861.99957

Par. Fusse.	Dän. u. Preuss. Fusse.
1	1.03500
2	2.07001
3	3.10501
4	4.14013
5	5.17502
6	6.21002
7	7.24502
8	8.28003
9	9.31503
10	10.35003
20	20.70006
30	31.05010
40	41.40013
50	51.75016
60	62.10019
70	72.45023
80	82.80026
90	93.15029
100	103.50032
200	207.00065
300	310.50097
400	414.00129
500	517.50162
600	621.00194
700	724.50226
800	828.00259
900	931.50291
1000	1035.00323
2000	2070.00647
3000	3105.00970
4000	4140.01294
5000	5175.01617
6000	6210.01941
7000	7245.02264
8000	8280.02588
9000	9315.02911
10000	10350.03234

Zolle.	Dän. u. Pr. Fusse.	Dän. u. Pr. Zolle u. Linien.	
		Z	L
1	0.08625	1	0.420
2	0.17250	2	0.840
3	0.25875	3	1.260
4	0.34500	4	1.680
5	0.43125	5	2.100
6	0.51750	6	2.520
7	0.60375	7	2.940
8	0.69000	8	3.360
9	0.77625	9	3.780
10	0.86250	10	4.200
11	0.94875	11	4.620
12	1.03500	12	5.040

Pariser Linien.

Lin.	Dän. u. Pr. Fusse.	Dän. u. Pr. Zolle u. Linien.	
		Z	L
1	0.00719	0	1.035
2	0.01438	0	2.070
3	0.02156	0	3.105
4	0.02875	0	4.140
5	0.03594	0	5.175
6	0.04313	0	6.210
7	0.05031	0	7.245
8	0.05750	0	8.280
9	0.06469	0	9.315
10	0.07188	0	10.350
11	0.07906	0	11.385
12	0.08625	1	0.420

Fuss.	Dän. u. Preuss. Fusse.
1	0.97114
2	1.94227
3	2.91341
4	3.88455
5	4.85568
6	5.82682
7	6.79742
8	7.77909
9	8.74023
10	9.71136
20	19.42273
30	29.13409
40	38.84545
50	48.55682
60	58.26818
70	67.97944
80	77.69091
90	87.40227
100	97.11363
200	194.22727
300	291.34090
400	388.45454
500	485.56817
600	582.68181
700	679.79544
800	776.90908
900	874.02271
1000	971.13635
2000	1942.27269
3000	2913.40904
4000	3884.54539
5000	4855.68174
6000	5826.81808
7000	6797.95443
8000	7769.09078
9000	8740.22713
10000	9711.36347

Zolle.	Dän. u. Pr. Fusse.	Dän. u. Preuss. Zolle. Z	L
1	0.08093	0	11.654
2	0.16186	1	11.307
3	0.24278	2	10.961
4	0.32371	3	10.615
5	0.40464	4	10.268
6	0.48557	5	9.922
7	0.56650	6	9.575
8	0.64742	7	9.229
9	0.72835	8	8.883
10	0.80928	9	8.536
11	0.89021	10	8.190
12	0.97114	11	7.844

Toisen.	Meter	Englische Fuss.	Decimaltheile des Fusses in Zoll, oder Zoll und Linien zu verwandeln.			
1	1.94904	6.39459				
2	3.89807	12.78918	Fuss.	Zoll.	Zoll u.	Linien.
3	5.84711	19.18377				
4	7.79615	25.57837	0.1	1.2	1	2.4
5	9.74518	31.97296	0.2	2.4	2	4.8
6	11.69422	38.36755	0.3	3.6	3	7.2
7	13.64325	44.76214	0.4	4.8	4	9.6
8	15.59229	51.15673	0.5	6.0	6	0.0
9	17.54133	57.55132	0.6	7.2	7	2.4
10	19.49036	63.94592	0.7	8.4	8	4.8
20	38.98073	127.89183	0.8	9.6	9	7.2
30	58.47109	191.83775	0.9	10.8	10	9.6
40	77.96145	255.78366	F.	Z.	Z.	L.
50	97.45182	319.72958	0.01	0.12	0	1.44
60	116.94218	383.67550	0.02	0.24	0	2.88
70	136.43254	447.62141	0.03	0.36	0	4.32
80	155.92290	511.56733	0.04	0.48	0	5.76
90	175.41327	575.51324	0.05	0.60	0	7.20
100	194.90363	639.45916	0 06	0.72	0	8.64
200	389.80726	1278.91832	0.07	0.84	0	10.08
300	584.71089	1918.37748	0.08	0.96	0	11.52
400	779.61452	2557.83664	0.09	1.08	1	0.96
500	974.51815	3197.29580	F.	Z.		L.
600	1169.42179	3836.75496	0.001	0.012		0.144
700	1364.32542	4476.21412	0.002	0.024		0.288
800	1559.22905	5115.67328	0.003	0.036		0.432
900	1754.13268	5755.13244	0.004	0.048		0.576
1000	1949.03631	6394.59160	0.005	0.060		0.720
2000	3898.07262	12789.18321	0.006	0.072		0.864
3000	5847.10893	19183.77481	0.007	0.084		1.008
4000	7796.14524	25578.36642	0.008	0.096		1.152
5000	9745.18155	31972.95802	0.009	0.108		1.296
6000	11694.21786	38367.54963				
7000	13643 25417	44762.14123				
8000	15592.29048	51156.73284				
9000	17541.32679	57551.32444				
10000	19490.36310	63945.91605				

Pariser Fuss.

Fuss.	Toisen.	Meter.	Engl. Fuss u. Zoll. Fuss.	Zoll.
1	0.16667	0.32484	1	0.7892
2	0.33333	0.64968	2	1.5784
3	0.50000	0.97452	3	2.3675
4	0.66667	1.29936	4	3.1567
5	0.83333	1.62420	5	3.9459
6	1.00000	1.94904	6	4.7351
7	1.16667	2.27388	7	5.5243
8	1.33333	2.59872	8	6.3135
9	1.50000	2.92355	9	7.1026
10	1.66667	3.24839	10	7.8918
20	3.33333	6.49679	21	3.7837
30	5.00000	9.74518	31	11.6755
40	6.66667	12.99358	42	7.5673
50	8.33333	16.24197	53	3.4592
60	10.00000	19.49036	63	11.3510
70	11.66667	22.73876	74	7.2428
80	13.33333	25.98715	85	3.1347
90	15.00000	29.23554	95	11.0265
100	16.66667	32.48394	106	6.9183
200	33.33333	64.96788	213	1.8366
300	50.00000	97.45182	319	8.7550
400	66.66667	129.93575	426	3.6733
500	83.33333	162.41969	532	10.5916
600	100.00000	194.90363	639	5.5099
700	116.66667	227.38757	746	0.4282
800	133.33333	259.87151	852	7.3466
900	150.00000	292.35545	959	2.2649
1000	166.66667	324.83938	1065	9.1832
2000	333.33333	649.67877	2131	6.3664
3000	500.00000	974.51815	3197	3.5496
4000	666.66667	1299.35754	4263	0.7328
5000	833.33333	1624.19692	5328	9.9160
6000	1000.00000	1949.03631	6394	7.0993

Pariser Fuss.

Fuss.	Toisen.	Meter.	Engl. Fuss u. Zoll.	
			Fuss.	Zoll.
7000	1166.66667	2273.87569	7460	4.2825
8000	1333.33333	2598.71508	8526	1.4657
9000	1500.00000	2923.55446	9591	10.6489
10000	1666.66667	3248.39385	10657	7.8321

Pariser Zoll und Linien. Decimaltheile der Linie.

Z.	Toisen.	Millimeter.	Engl. Zoll.		Toisen.	Millimeter.	Engl. Zoll.
				Lin.			
1	0.01389	27.070	1.0658	0.1	0.00012	0.226	0.0089
2	0.02778	54.140	2.1315	0.2	0.00023	0.451	0.0178
3	0.04167	81.210	3.1973	0.3	0.00035	0.677	0.0266
4	0.05556	108.280	4 2631	0 4	0.00046	0.902	0.0355
5	0.06944	135.350	5.3288	0.5	0.00058	1.128	0.0444
6	0.08333	162.420	6.3946	0.6	0.00069	1.353	0.0533
7	0.09722	189.490	7.4604	0.7	0.00081	1.579	0.0622
8	0.11111	216.560	8.5261	0.8	0.00093	1.805	0.0711
9	0.12500	243 630	9.5919	0.9	0.00104	2.030	0.0799
10	0.13889	270.699	10.6577	Lin.			
11	0.15278	297.769	11.7234	0.01	0.00001	0.023	0.0009
				0.02	0.00002	0.045	0.0018
L.				0.03	0.00003	0.068	0 0027
1	0.00116	2.256	0.0888	0.04	0.00005	0.090	0.0036
2	0.00231	4.512	0.1776	0.05	0.00006	0.113	0.0044
3	0.00347	6.767	0.2664	0.06	0.00007	0.135	0.0053
4	0.00463	9.023	0.3553	0.07	0.00008	0.158	0.0062
5	0.00579	11.279	0 4441	0.08	0.00009	0.180	0.0071
6	0.00694	13 535	0.5329	0.09	0.00010	0.203	0.0080
7	0.00810	15.791	0.6217				
8	0.00926	18.046	0.7105				
9	0.01042	20.302	0.7993				
10	0.01157	22.558	0.8881				
11	0.01273	24.814	0.9770				

Meter.

Meter.	Toisen.	Pariser Fuss, Zoll u. Lin.			Engl. Fuss u. Zoll.	
		Fuss.	Z.	Linien.	Fuss.	Zoll.
1	0.51307	3	0	11 296	3	3.3708
2	1.02615	6	1	10.592	6	6.7416
3	1.53922	9	2	9.888	9	10.1124
4	2.05230	12	3	9.184	13	1.4832
5	2.56537	15	4	8.480	16	4.8539
6	3.07844	18	5	7.776	19	8.2247
7	3.59152	21	6	7.072	22	11.5955
8	4.10459	24	7	6.368	26	2.9663
9	4.61767	27	8	5.664	29	6.3371
10	5.13074	30	9	4.960	32	9.7079
20	10.26148	61	6	9.920	65	7.4158
30	15.39222	92	4	2.880	98	5.1237
40	20.52296	123	1	7.840	131	2.8316
50	25.65370	153	11	0.800	164	0.5395
60	30.78444	184	8	5.760	196	10.2474
70	35.91519	215	5	10.720	229	7.9553
80	41.04593	246	3	3.680	262	5.6632
90	46.17667	277	0	8.640	295	3.3711
100	51.30741	307	10	1.600	328	1.0790
200	102.61481	615	8	3.200	656	2.1580
300	153.92222	923	6	4.800	984	3.2370
400	205.22963	1231	4	6.400	1312	4.3160
500	256.53704	1539	2	8.000	1640	5.3950
600	307.84444	1847	0	9 600	1968	6.4740
700	359.15185	2154	10	11.200	2296	7.5530
800	410.45926	2462	9	0.800	2624	8.6320
900	461.76667	2770	7	2.400	2952	9.7110
1000	513.07407	3078	5	4.000	3280	10.7900
2000	1026.14815	6156	10	8.000	6561	9.5800
3000	1532.22222	9235	4	0.000	9842	8.3700
4000	2059.29630	12313	9	4.000	13123	7.1600
5000	2565.37037	15392	2	8.000	16404	5.9500
6000	3078.44444	18470	8	0.000	19685	4.7400
7000	3591.51852	21549	1	4.000	22966	3.5300

Meter.

Meter.	Toisen.	Pariser Fuss, Zoll u. Lin.			Engl. Fuss u. Zoll.	
		Fuss.	Z.	Linien.	Fuss.	Zoll.
8000	4104.59259	24627	6	8.000	26247	2.3200
9000	4617.66667	27706	0	0.000	29528	1.1100
10000	5130.74074	30784	5	4.000	32808	11.9000

Millimeter.	Toisen.	Pariser Linien.	Englische Zoll.
1	0 00051	0.443	0.0394
2	0.00103	0.887	0.0787
3	0.00154	1.330	0.1181
4	0.00205	1.773	0.1575
5	0.00257	2.216	0.1969
6	0.00308	2.660	0.2362
7	0.00359	3.103	0.2756
8	0.00410	3.546	0.3150
9	0.00462	3.990	0.3543
10	0.00513	4.433	0.3937
20	0.01026	8.866	0.7874
30	0.01539	13.299	1.1811
40	0.02052	17.732	1.5748
50	0.02565	22.165	1.9685
60	0.03078	26.598	2.3622
70	0.03592	31.031	2.7560
80	0.04105	35.464	3.1497
90	0.04618	39.897	3.5434
100	0.05131	44.330	3.9371
200	0.10261	88.659	7.8742
300	0.15392	132.989	11.8112
400	0.20523	177.318	15.7483
500	0.25654	221.648	19.6854
600	0.30784	265.978	23.6225
700	0.35915	310.307	27.5596
800	0.41046	354.637	31.4966
900	0.46177	398.966	35.4337

Englische Fuss.

Engl. F.	Toisen.	Meter.	Pariser Fuss, Zoll u. Linien.		
			F.	Z.	L.
1	0.15638	0.30479	0	11	3.114
2	0.31276	0.60959	1	10	6.228
3	0.46915	0.91438	2	9	9.343
4	0.62553	1.21918	3	9	0.457
5	0.78191	1.52397	4	8	3.571
6	0.93829	1.82877	5	7	6.685
7	1.09468	2.13356	6	6	9.799
8	1.25106	2.43836	7	6	0.913
9	1.40744	2.74315	8	5	4.028
10	1.56382	3.04794	9	4	7.142
20	3.12764	6.09589	18	9	2.284
30	4.69146	9.14383	28	1	9.425
40	6.25529	12.19178	37	6	4.567
50	7.81911	15.23972	46	10	11.709
60	9.38293	18.28767	56	3	6.851
70	10.94675	21.33561	65	8	1.993
80	12.51057	24.38356	75	0	9.134
90	14.07439	27.43150	84	5	4.276
100	15.63822	30.47945	93	9	11.418
200	31.27643	60.95890	187	7	10.836
300	46.91465	91.43835	281	5	10.254
400	62.55286	121.91780	375	3	9.672
500	78.19108	152.39725	469	1	9.090
600	93.82929	182.87670	562	11	8.508
700	109.46751	213.35615	656	9	7.926
800	125.10572	243.83559	750	7	7.344
900	140.74394	274.31504	844	5	6.762
1000	156.38215	304.79449	938	3	6.180
2000	312.76431	609.58899	1876	7	0.360
3000	469.14646	914.38348	2814	10	6.539
4000	625.52861	1219.17797	3753	2	0.719
5000	781.91076	1523.97246	4691	5	6.899
6000	938.29292	1828.76696	5629	9	1.079
7000	1094.67507	2133.56145	6568	0	7.259

Englische Fuss.

Engl. F.	Toisen.	Meter.	Pariser Fuss. Zoll u. Linien.		
			F.	Z.	L.
8000	1251.05722	2438.35594	7506	4	1.438
9000	1407.43937	2743.15044	8444	7	7.618
10000	1563.82153	3047.94493	9382	11	1.798

Englische Zoll und Decimaltheile des Zolls.

Zoll.	Toisen.	Millimet.	Pariser Zoll und Linien.		Zoll.	Toisen.	Milli-meter.	Pariser Linien.
			Z.	L.	Z.			L.
1	0.01303	25.400	0	11.260	0.01	0.00013	0.254	0.113
2	0.02606	50 799	1	10.519	0.02	0.00026	0.508	0.225
3	0.03910	76.199	2	9.779	0.03	0.00039	0.762	0.338
4	0.05213	101.598	3	9.038	0.04	0.00052	1.016	0 450
5	0.06516	126.998	4	8.298	0.05	0.00065	1.270	0.563
6	0.07819	152.397	5	7.557	0.06	0.00078	1.524	0.676
7	0.09122	177.797	6	6.817	0.07	0.00091	1.778	0.788
8	0.10426	203.197	7	6.076	0.08	0.00104	2.032	0.901
9	0.11729	228.596	8	5.336	0.09	0.00117	2.286	1.013
10	0.13032	253.995	9	4.595	Z.			L.
11	0.14335	279.395	10	3.855	0.001	0.00001	0.025	0.011
Z.				L.	0.002	0.00003	0.051	0.023
0.1	0.00130	2.540		1.126	0.003	0.00004	0.076	0.034
2	0.00261	5.080		2.252	0.004	0.00005	0.102	0.045
3	0.00391	7.620		3.378	0.005	0.00007	0.127	0.056
4	0.00521	10.160		4.504	0.006	0.00008	0 152	0.068
5	0.00652	12.700		5.630	0.007	0.00009	0.178	0.079
6	0.00782	15.240		6.756	0.008	0.00010	0.203	0.090
7	0.00912	17.780		7.882	0.009	0.00012	0.229	0.101
8	0.01043	20.320		9.008				
9	0.01173	22.860		10.134				

Specifische Gewichte.

a. Feste Körper.

Wasser = 1 gesetzt.

Aetzkali		1.708
Aetznatron		1.536
Alabaster	2.6	2.876
Alaun		1.720
Albit		2.618
Aluminit	1.6	1.700
Ambra, graue		0.926
schwärzliche		0.780
Amethyst		2.653
Anatas		3.750
Anhydrit		2.927
Anthracit	1.4	1.694
Antimon	6.7	6.860
Blende		4.493
Silber		9.820
Oxyd		5.778
Antimonige Säure	6.5	6.695
Apatit	3.1	3.235
Arragonit		2.947
Arsenik	5.6	5.789
Kies	5.6	6.183
Säure		3.734
Arsenige Säure, weisser Arsenik		3.720
Asbest, gemeiner	2.1	2.800
Asphalt		1.104

Augit		3.279
Auripigment, Rauschgelb		3.459
Baryterde		4.732
Baryum		4.000
Basalt	2.0	3.310
Benzoë		1.078
Bergcrystall		2.658
Berill		2.718
orientalischer		3.549
Bernstein		1.060
Säure		1.350
Bimsstein	0.9	1.647
Bittersalz		1.750
Bitterspath		2.926
Blei		11.389
Glätte	8.0	9.500
Glanz	7.3	7.759
Oxyd, geschmolzen		9.500
Spath		6.460
Weiss		3.156
Zucker	2.4	2.745
Bolus, armenischer	1.4	2.000
Borax		1.720
Borsäure	1.5	1.830
Braunkohle		1.280
Butter		0.942
Calomel	7.	7.140
Campher		0.991
Carneol		2.614
Cautschuk		0.925
Chalcedon		2.608
Chlorkalk		2.040
Chrom		5.900
Chrysoberill		3.743
Chrysolith		3.340
Colophonium		1.075
Copaivabalsam		0.950
Copal	1.	1.140
Corallen	2.5	2.689
Diamant	3.5	3.550

Eis		0.926
Eisen, geschmiedetes		7.788
gegossenes		7.207
reines gegossenes		7.844
„ gewalztes		7.600
„ gezogenes		7.750
Eisendraht, geglüht		7.600
ungeglüht		7.631
Eisen-Glanz		5.225
Hammerschlag		5.480
Rost		3.940
Elemi		1.083
Elfenbein	1.8	1.917
Fahlerz	4.6	4.846
Feldspath	2.4	2.687
Fett verschiedene Arten	0.9	1.000
Feuerstein	2.6	3.000
Flussspath		3.144
Galmei	4.2	4.440
Glas, Bouteillen		2.732
Crystall	2.5	2.892
Flint-, englisches	3.3	3.442
französisches		3.179
Fraunhofer'sches		3.779
Glaubersalz		1.470
Glimmer	2.5	3.348
Gold, gediegen	14.6	19.099
gegossen		19.258
gehämmert		19.362
Granat, gemeiner	3.7	3.847
edler	3.9	4.230
Granit	2.5	3.063
Graphit		2.144
Guajackharz		1.205
Gummi arabicum		1.452
guttae		1.207
Lack		1.139
Gyps	1.9	2.327
crystallisirter		2.322
Gypsspath, Fraueneis	1.8	2.322

Holz.	**Holzarten** *		
	Ahorn lufttrocken	0.54	0.760
	frisch gefällt		0.904
	Apfelbaum	0.71	0.793
	Birke, lufttr.	0.5	0.640
	fr. g.	0.7	0.857
	Birnbaum	0.66	0.732
	Buche	0.6	0.854
	Buchsbaum, brasilianisches		1.031
	französisches		0.912
	holländisches	1.0	1.328
	Ebenholz amerikanisches		1.361
	spanisches		0.800
	Eiche	0.61	0.850
	Eichenkernholz		1.170
	Erle, lufttr.	0.49	0.689
	fr. g.	0.79	0.800
	Esche	0.67	0.845
	Lärche		0.565
	Linde		0.559
	Mahagoni, afrikanisches		0.945
	Cuba		0.563
	Domingo		0.767
	Nussbaum deutsches		0.660
	virginisches		0.827
	Pappel schwarze	0.38	0.557
	weisse	0.53	0.810
	Rosskastanie		0.551
	fr. g.		0.861
	Steineiche	0.72	0.764
	fr. g.	0.82	1.100
	Tanne,	0.34	0.550
	fr. g.	0.54	0.894
	Zeder, amerikanische		0.561
	indianische		1.315
Holzkohle		0.28	0.442

---

* Bei 100° C. getrocknet spec. Gewicht 1.495.

Hornblende	2.92	3.410
Hornsilber		5.548
Jaspis, gemeiner		2.573
aegyptischer		2.615
Indigo		0.769
Jod		4.948
Jodkalium		3.091
Iridium	18.7	19.500
gediegenes	21.9	23.646
Kadmium		8.636
oxyd		6.950
Kalium bei 15° C.		0.865
Kalk, gebranntet		1.842
Erde, reine		3.1605
Kalkspath, rhomboëdr.		2.723
Kieselerde		2.660
Knochen		1.656
Kobalt	8.5	8.700
Glanz	6.2	6.450
Kochsalz		2.078
Korkholz		0.240
Kreide, schwarze	2.1	2.277
weisse	1.8	2.657
reine		2.695
Kupfer, reines gegossenes		8.897
geschmiedet und gewalztes 0.1 bis 0.15 schwerer		
Draht, geglüht		8.391
ungeglüht		8.623
Glanz	5.6	5.782
Kies	4.1	4.860
Oxyd	6.1	6.430
Oxydul	5.3	5.751
Vitriol		2.247
Labrador		2.702
Lava	2.3	2.880
Magneteisenstein		5.154
Malachit		3.590
Mangan		8.013
Marmor	2.7	2.837

Mastix		1.074
Meerschaum		1.200
Mennige		8.620
Mergel	2.4	2.600
Messing, gegossen	7.8	8.440
gehämmert		8.508
Draht, geglüht		8.428
ungeglüht		8.376
Mehl, Weizen		1.560
Meteoreisen	7.6	7.830
Meteorstein		3.575
Molybdän		8.600
Glanz	4.4	4.841
Säure		3.490
Natrium bei 15° C.		0.972
Neusilber		8.556
Nickel, geschmiedet		8.666
geschmolzen		8.279
Obsidian		2.350
Opal, gemeiner	2.0	2.144
edler oriental	1·7	2.114
Opium		1.336
Osmium		10.000
Palladium, geschmiedet		11.300
gewalzt		11.800
Pech, weisses		1.111
Perlen, oriental.		2.617
Perubalsam		1.150
Phosphor		1.770
Platin	19.5	21.740
völlig reines (?)		23.543
Porphyr	2.4	2.800
Porzellan		2.393
Quarz		2.654
Quecksilber, gefroren	14.4	15.612
Oxyd		11.191
Oxydul		8.950
Realgar	3.2	3.555
Rhodium		11.000
Rubin, oriental.	4.0	4.283

Salmiak	1.4	1.600
Salpeter	1.9	2.101
Sandarach		1.079
Sandstein	1.9	2.699
Sapphir brasil.		3.131
orient.	4.	4.830
Sauerkleesäure		1.507
Schiesspulver, gehäuft		0.836
gestampft		1.745
Schwefel, reiner		1.980
unreiner bis		2.350
reinste Crystalle		2.050
Kies		5.059
Schwerspath	4.4	4.580
Selen		4.310
Blei		7.697
Serpentin	2.4	2.894
Silber,		10.428
geschmolzen		10.105
gehämmert		10.448
gewalzt		10.551
Draht		10.491
Glanz	7.2	7.366
Oxyd		8.256
Smaragd		2.718
Speckstein		2.72[illegible]
Stahl		7.795
Guss		7.919
Stearin		0.968
Steinkohlen	1.2	1.510
Strontianerde	3.4	3.932
Strontium	4.0	5.000
Sublimat		5.403
Talkerde		3.200
Tellur	6.1	6.343
Thon	1.8	2.000
Schiefer	2.7	2.880
Thonerde		2.402
Titan		5.280
Oxyd		3.931

Topas, sächsischer		3.529
oriental.		4.011
Tungstein		6.040
Turmalin	3.0	3.190
Uran		9.000
Wachs		0.967
Wallrath		0.943
Weinsteinrahm		1.953
Wismuth,		9.654
gehämmert		9.883
Glanz		6.554
Oxyd	8.2	8.968
Wolfram	17.2	17.600
Säure		7.140
Yttererde		4.842
Zink,		6.915
gewalzt		7.200
Oxyd	5.6	5.734
Spath	4.2	4.440
Vitriol		1.912
Zinn,		7.291
gewalzt	7.3	7.475
Erz	6.3	7.100
Kies	4.4	4.780
Oxyd		6.900
Ziegel, gebrannte	1.4	2.215
Zinnober		8.092
Zirconerde		4.300
Zucker, weisser		1.606

b. Flüssiger Körper.

Aether bei 20° C.	0.716
Alkohol, absoluter, bei 20° C.	0.792
Ammoniakflüssigkeit, concentrirteste bei 18°75	0.875
Bier	1.034
Blut bei 15°	1.055
Harn	1.011
Honig	1.450
Kochsalzlauge, bei 18°75 gesättigt	1.208

Kreosot bei 20°	1.027
Milch	1.031
Naphta, Benzoë bei $10^0.5$	1.054
Chlor bei $12^0.5$	1.134
Essig bei 7^0	0.866
Salpeter bei 4^0	0.886
Oele, fette:	
Baum bei 12^0	0.919
Lein bei 12^0	0.940
Mandel bei 15^0	0.918
Mohn bei 15^0	0.925
Oliven bei 15^0	0.918
Ricinus bei 12^0	0.970
Rüb bei 15^0	0.913
Oele, flüchtige:	
Cajeput bei 9^0	0.978
Citronen 22^0	0.847
bitter Mandel	1.043
Nelken 15^06	1.066
Stein 12^05	0.781
Terpentin bei 10^0	0.872
Zimmt	1.035
Quecksilber, bei 0^0 gegen Wasser bei 0^0	13.598
Säuren, concentrirteste:	
Ameisensäure	1.117
Blausäure 7^0	0.706
Essigsäure bei $15^5/_9$	1.063
Flussspathsäure	1.061
Salpetersäure bei 12^0	1.522
Salzsäure bei 15^0	1.192
Schwefelsäure, englische, bei $13^0.33$	1.850
nordhäuser	1.896
wasserfreie, bei 20^0	1.970
Schwefelkohlenstoff	1.265
Seewaseer ... 1.02	1.040
vom todten Meer	1.226
Tran	0.927
Wasser, destillirtes	1.000
überoxydirtes	1.452
Wein, Burgunder	0.992

Wein, Champagner	0.962
Hochheimer, bei 15⁵/₉	0.989
Madeira	1.038
Malaga	1.015
Port	0.997

c. *Gas- und dampfförmiger Körper.*

Bz bedeutet Berzelius, BA Biot und Arago; BD Berzelius und Dulong, D Dumas, G Gay-Lussac, GT Gay-Lussac und Thénard, M Mitscherlich, B. Bérard.

Aetherdampf	2.586	G
Alcoholdampf	1.613	G
Ammoniakgas	0.597	BA
Arsenikgas	10.600	M
Arsenik-Chlorür	6.301	D
Arsenik-Wasserstoff	2.695	D
Atmosphärische Luft	1.000	
Brom	5.540	M
Chlor	2.470	GT
Chlorbor	3.942	D
Chlor-Wasserstoff	1.247	BA
Cyan	1.806	G
Cyan-Wasserstoff	0.941	G
Fluorbor	2.318	D
Jod	8.712	D
Jod-Wasserstoff	4.446	G
Kohlenoxyd	0.941	CD
Kohlensäure	1.524	BD
Naphta; Benzoë	5.409	D
Chlor	3.443	G
Essig	3.067	D
Salpeter	2.626	D
Phosphorgas	4.580	M
Phosphor-Chlorür	4.875	D
Quecksilber	6.976	D
Sauerstoff	1.103	BD
Schwefel	6.617	D
Schwefelsäure, wasserfreie	3.000	M
Schwefelige Säure	2.247	Bz

Schwefel-Wasserstoff	1.191	GT
Stickstoff	0.976	B
Stickstoffoxyd	1.039	B
Stickstoffoxydul	1.520	Colin
Terpentinöl. destillirtes	5.013	G
Wasserdampf	0.624	G
Wasserstoff	0.0688	BD

Ausdehnung der Körper durch die Wärme.

a. Fester Körper.

Die Länge der Körper ist bei 0° = 1 gesetzt.

B bedeutet Bessel, Bo Borda, Bt Berthoud, DP Dulong und Petit, DS Dunn und Sang, E Ellicot, Hr Horner, Ht Herbert, Hll Hällström, PH Placidus Heinrich, M Guyton Morveau, LL Lovoisier u. Laplace, R Roy, Tg Troughton, W Wollaston, Sm Smeaton, St Struve, K Kater.

	Länge bei 100° C.		Kleinste Angabe.		Grösseste Angabe	
Antimon	1.001083	Sm				
Blei	1.002848	LL	271	M	3086	Bt
Bronze	1.001817	Sm				
Eis	1.024512	PH				
Eisen, Stab	1.001167	B	1100	M	1446	Hll
Guss	1.001109	R				
Draht	1.001235	LL	1140	Tg	9910	Bt
Glas,* weisses ...	1.000861	DP	8079	R	9210	Hr
Röhren 8757	1.0009175	LL	7762	S		
Gold, feines (de départ)........	1.001466	LL	1311	Bt		
pariser Probe, geglüht	1.001514	LL				

* Nach Hallström gilt für die Ausdehnung des Glases folgende Formel (t die Temperatur in Graden C.)
$M = 1 + 1.196.t.10-5 + 0.105.t^2.10-6.$

	Länge bei 100° C.	Kleinste Angabe.	Grösseste Angabe.
Gold, ungeglüht...	1.001552 LL		
Kohle, Tannen ...	1.001000 PH		
Eichen ...	1.001200 PH		
Kupfer... 1841 DP	1.001717 LL	1700 SM	1919 Tg
Marmor, weiss. carrarischer ...	1.001072 DS		
schwarzer..	1.000450 DS		
Messing, gegossener 1876...	1.001890 LL	1823 E	Bt
Draht	1.001885 Ht		1934
Palladium	1.001000 W		
Platin.............	1.000984 DP	8566 Bo	9918 Tg
Silber.........		1905 Bt	2083 Tg
Pariser	1.001909 LL		
Capellen ...	1.001910 LL		
Stahl, Huntsman ..	1.001074 Hr		
steyerischer	1.001152 Hr		
gehärteter ..		1225 Sm	1375 Bt
bei 30° angelassen..1639	1.001386 LL		
bei 65°	1.001240 LL		
weicher1079	1.001080 LL	1075 E	1190 Tg
Weisstanne	1.000602 St	4083 K	
Wismuth	1.001392 Sm		
Zink, gegossen ...	1.002968 Hr	2942 Sm	3051 M
gewalzt	1.003331 B		
Zinn, gemeines ...	1.002483 Sm		
feines	1.002093 Hr		2557 Bt
vonFalmouth	1.002173 LL		
,, Malacca	1.001938 LL		

b. Flüssiger Körper.

Das Volumen der Flüssigkeiten $0^0 = 1$.

D bedeutet Dalton, h Hällström, M Muncke.

	bei	Volumen	
Oele, ausgepresste	100°C	1.080000	D
Mandelöl..............................	„ „	1.078700	M
Quecksilber	„ „	1.018018	DP
Salpetersäure (1.4405 bei 12⁰.5)	50⁰ „	1.053516	M
Salzsäure (1.1978 bei 12⁰.5)	40⁰ „	1.022450	„
Schwefeläther (0.733 bei 12⁰.5) ...		1.063523	„
Steinöl, rectif. (0.78125 bei 12°.5)	50⁰ „	1.052487	„
Terpentin..............................	100⁰ „	1.070000	D
Alkohol specif. Gew. 0.808 bei 12⁰5 C.			
$V=1+0.98967.t.10^{-5}+0.30349.t^{2}10^{-5}-0.39592.t^{3}10^{-7}+0.36365.t^{4}.10^{-9}.$			M
Schwefelsäure spec. Gew. 1.836 bei 12⁰.5.			
$V=1+0.55162.t.10^{-5}+0.83852.t^{2}10^{-6}-0.81712.t^{3}10^{-8}+0.25217.t^{4}10^{-10}.$			M
Wasser von 0⁰ bis 30⁰ C.			
$V=1+0.57577.t.10^{-4}+0.75601.t^{2}10^{-5}-0.35091.t^{3}.10^{-7}.$			h
$V=1-0.94178.t.10^{-5}+0.53366.t^{2}10^{-5}-0.10409.t^{3}10^{-7}.$			h

c. Gasarten.

Volumen bei $0^0 = 1$. dasselbe bei 100^0 C. 1.375.

SCHREIBEN

DES

HERRN PROFESSOR v. STEINHEIL

AN DEN HERAUSGEBER.

Hochverehrter Freund!

Sie wünschen, dass ich Ihnen die mancherlei Nova hier schriftlich wieder vorführe, welche Sie bei Ihrer Anwesenheit in München die Geduld hatten, Sich bei mir anzusehen.

Wissen Sie aber wohl auch, dass diese Erlaubniss für uns beide gefährlich werden kann? Mir, weil ich des Redens kein Ende finden werde, wie alle diejenigen, welche man auf ein Lieblingsthema bringt. Ihnen, weil Sie mehr hören müssen, als Ihnen lieb seyn kann. Bedenke ich aber, dass Ihnen die Möglichkeit des Ueberschlagens bleibt und also die Gefahr nur auf meiner Seite liegt, so will ich es darauf hin wagen in der Hoffnung, dass Ihre Aufforderung zum Milderungsgrunde des Urtheils werde.

Sie wissen, dass ich eine eigene Ansicht von

Wissenschaft habe, eine Ansicht, welche mir die Philologen etymologisch nicht gelten lassen wollen, aber mich dennoch nicht davon abbringen. Ich meine nämlich die Wissenschaft sey ein Wissen was schafft, nd dass ihr die Kraft fehlt, welche sie mit der oductiven Kunst gemein hat, wenn man ihr dieses haffen durch Wissen entzieht. Aus diesem Gesichtsınkte nun kann ich nicht wohl eine Aufgabe unserer Sphäre studiren, ohne dass dabei der Wunsch rege werde, ihr eine andere Ansicht abzugewinnen, die, wenn sie sich bis zur Klarheit durchgearbeitet hat, dann meistens einen Körper annimmt und als neues Instrument oder eigenthümliche Vorrichtung hervorgeht. So lange solche Gegenstände nur in der Idee existiren, sind sie meist vortrefflich. Denn unser Verstand ist ausserordentlich scharfsinnig um alle Vortheile aufzufinden, welche sie im Vergleich zu andern bereits Bestehenden haben. Ausgeführt aber, verschwindet oft die hochgefasste Meinung und wir sehen, dass das was schon besteht, ich möchte sagen sich die Existenz im Leben erkämpft hat, doch besser sey. Die Sache ist leicht zu begreifen. Die Idee zeigt alles was für den neuen Gedanken spricht, die Wirklichkeit aber erst die Mängel oder das was gegen sie gilt und so kömmt man gar nicht selten zur Ueberzeugung von der Wahrheit des alten Sprichwortes: *l'ami du mieux c'est l'ennemi du bien.*

Sie sehen, diese einleitenden Worte sind nicht zu meinen Gunsten gesprochen hier, wo ich im Begriff stehe, Ihnen eine Schilderung vieler neuer Gegenstände vorzulegen. Aber gleichviel, sie sind wahr und mögen daher den Gesichtspunkt bezeichnen, aus welchen ich diese Kinder meiner Musse selbst

beurtheile. Ich räume babei Andern gerne das Recht ein, in ihrem Urtheile noch strenger zu seyn.

Folgen Sie mir also, wenn Sie es unter solchen Umständen noch wagen, in die verschiedenen Abtheilungen in welchen ich es versuchte Neues zu geben.

MERIDIANKREIS.

Die schöne Bessel'sche Idee, das Passage-Instrument und den Höhenkreis miteinander zu verbinden, von Reichenbach so meisterhaft durchgeführt, hat in der beobachtenden Astronomie so grossartige Früchte getragen, dass es wohl mehr als kühn erscheinen mag, hier Neues in Vorschlag zu bringen. Ich bitte aber meine Gründe zu hören ehe ich verurtheilt werde. — Zwei Punkte der Reichenbach'schen Construction scheinen mir nicht tadelfrei. 1tens die Durchbiegung der optischen Achse, die sich, wie Bessels Beobachtungen nachgewiesen haben, durch Balancirung nicht ganz aufheben lässt, überdiess um so nachtheiliger werden muss, je grösser die Dimensionen des Instrumentes sind, und 2tens der grosse Höhenkreis mit Nonien zur Ablesung.

Der Nonius ist gewiss eine vortreffliche Einrichtung für transportable kleinere Instrumente. Bei feststehenden dagegen scheint denn doch dem Mikroskop der Vorzug zu gebühren, theils weil die Untersuchung der Theilung hier streng durchgeführt werden kann, ganz besonders aber, weil man leichter die optische Kraft als die mechanischen Dimensionen der Theilung vergrössern kann. Man sollte meinen, es wäre gleichgültig, ob man an den Dimensionen des Kreises zulege, oder an den Mitteln der Ablesung, wenn nur

in beiden Fällen gleicher Winkelwerth erkannt wird. Das ist aber nicht der Fall. Denn Durchbiegung und ungleiche Ausdehnung wachsen in einem weit rascheren Verhältniss als den Dimensionen proportional. Und daher ist *caet. par.* der Vortheil auf Seite der kleineren Instrumente. Dadurch hat ja gerade Reichenbach eine neue Epoche für die deutsche Instrumental-Astronomie herbeigeführt, dass er die Dimensionen der Theilungen gegen früher, bei gleicher Angulärgenauigkeit, so sehr verminderte. Aber ich glaube man darf und muss hierin noch weiter gehen um dem Ideale des feststehenden Messinstrumentes — möglichst grosse Invariabilität und möglichst grosse optische Kraft — näher zu kommen. Alle andern Mängel lassen sich, wie uns Bessel gelehrt hat, ermitteln und also unschädlich machen. Diese Betrachtungen glaubte ich voranschicken zu müssen um meinen neuen catoptrischen Meridiankreis richtig zu beurtheilen. Er besteht in einem Rohre, dessen Axe in horizontaler Lage von Westen nach Osten gerichtet bleibt. Ein durchbrochener Planspiegel von Metall schneidet diese Axe unter einem Winkel von 45° und bringt somit paralleles Licht aus irgend einem Punkte der Meridianebene auf den Hohlspiegel, welcher auf der entgegengesetzten Seite centrisch im Rohre steht. Das Bild was er hervorbringt liegt in der Bohrung des Planspiegels, wo die Durchgangsfäden angebracht sind und wird durch das Ocular betrachtet, welches in der Axe des Rohres hinter dem Planspiegel steht. Sowohl der Hohlspiegel als der Planspiegel sind mit festen Stahlplatten verbunden, welche an beiden Enden des Rohres den Schluss bilden; und genau gleich und cylindrisch abgedreht, die Drehungszapfen des Instru-

mentes sind. Auf der Platte des Planspiegels ist zugleich die Theilung des Höhenkreises angebracht. Das Rohr liegt in einem massiven Lager mit niedern senkrechten Stützen, welche die Zapfen des Kreises in zwei Punkten berühren, in Abstand von 90°. Zwei Gegengewichte mit doppelten Frictions-Rädern heben die Last des Rohres grösstentheils auf, so dass es mit einem beliebig kleinen Uebergewichte gegen die Lagerpunkte drückt. Hier sind die beiden Spiegel also zugleich Drehungszapfen und Kreis. Eine Durchbiegung der optischen Axe oder der Theilung ist also ganz unmöglich; und selbst eine durch Widerstand erzeugte spiralförmige Windung des Rohres würde keinen Einfluss weder auf die Durchgangszeit noch auf die Angabe der Höhe eines Sternes haben. Diese Construction scheint mir aber ausserdem noch zwei wesentliche Vortheile zu besitzen, nämlich:

1tens dass das Auge stets die horizontale gleiche Richtung beibehält, welches auch die Höhe des Gestirn seyn mag.

2tens dass sie in beliebig grossen Dimensionen auszuführen ist, ohne dadurch weder weniger sicher in den Angaben noch weniger bequem beim Gebrauche zu werden.

Dieser Meridiankreis wird nicht umgelegt, sondern der Callimationsfehler, der übrigens bei den zur Ausführung ergriffenen Massregeln nur wenige Bogensekunden betragen kann, bestimmt sich zwischen zwei gegeneinander gerichteten Fernröhren, die senkrecht auf die Drehungsaxe stehen, sowohl für den mittleren Stundenfaden als für den Declinationsfaden. Auch hat das Instrument kein Niveau, sondern die Abweichung von der Horizontalität und

die Angabe des Kreises bei der Lage nach dem Nadir-Punkte werden erkannt und gemessen durch Mikrometerschuber am Oculare, indem man das Bild des Fadenkreuzes in Horizontal-Spiegel betrachtet. Zur Ablesung des Kreises dienen diametral entgegengestellte Mikroscope mit Mikrometertrommeln versehen. Die Metallspiegel dieses Instrumentes würden jedoch seine Dauerhaftigkeit sehr beschränken, wenn man nicht Mittel gefunden hätte, ihre Oxydation oder das Anlaufen zu verhindern. Dieses Mittel besteht darin, dass man die Metallspiegel auf galvanischem Wege mit einer dünnen Goldplatte überzieht und somit schützt. — Es ist auffallend und überraschend, dass durch diesen Ueberzug die Präcision des Bildes und die Helligkeit desselben nicht nur nichts verlieren, sondern, wie sich aus sorgfältigen Messungen ergab, im Gegentheil gewinnen. Erklärbar wird diese Erscheinung wenn man annimmt, dass das Gold ein grösseres Lichtreflectionsvermögen habe, und nur homogene, gelbe Strahlen reflectirt. Die Färbung des Bildes ist bei astronomischen Objecten ohne Belang.

ASTROGRAPH.

Sie erinnern Sich, dass ich schon vor vielen Jahren Antheil genommen habe an der Durchführung der schönen und nützlichen Idee von Bessel, Sternkarten zu entwerfen, welche ein vollständiges Bild des Himmels geben, wie er durch bestimmte Fernröhre erscheint. — Die Ausführung des Blattes $12^h - 13^h$ der Berliner akademischen Sternkarten hat mir Gelegenheit gegeben, die Schwierigkeiten factisch kennen zu lernen, mit welchen die Herstellung solcher Karten

zu kämpfen hat. Das Eintragen der nicht beobachteten Sterne, durch Alignements, bleibt ebenso zeitraubend als verderblich für die Augen des Beobachters. Denn hier muss das Auge, wenn es am dunkeln Himmel die Position eines kleinen Sternes gegen die Umstehenden erkannt hat, rasch übergehen zur Betrachtung der hell erleuchteten Sternkarte, um dort diesen Stern nach seiner Lage und Helligkeit einzuzeichnen. Wieder zurückkehrend an das dunkle Fernrohr ist oft geraume Zeit erforderlich, bis das durch die Helle der Karte noch geblendete Auge die feinen Lichtpunkte am Himmel wieder erkennen kann. — Wenn man nun bedenkt, dass dieses Wechseln in der Betrachtung des Himmels und der Karte bei einem einzigen Blatte viele 1000 male vorkömmt, und dass nicht leicht eine Beobachtung nachtheiliger und schädlicher auf das Gesichtsorgan wirkt, als gerade diese, so wird es, bei dem unschätzbaren Werthe eines gesunden Auges, begreiflich, wie die Durchführung dieser herrlichen Idee doch nur so langsam fortschreite. Es ist aber durch dieselben Betrachtungen auch sehr nahe gelegt, nach andern Mitteln zu suchen, welche, ohne dieses leibliche Opfer, denselben Zweck erfüllen. — Doch unter den jetzt bestehenden finden Sie keines was ganz entspricht. Denn die Beobachtung der noch nicht bestimmten Sterne setzt immer voraus, dass man die Einen schon kenne, also die Karte betrachtet habe, was gerade vermieden werden soll; und selbst wenn man sich entschlösse, alle sichtbaren Sterne zu bestimmen, so wäre doch niemals eine Vollständigkeit bis zu einer gewissen Grössen-Classe zu erzielen, weil das Gedächtniss darin ungetreu wird, ob der fragliche Stern bereits beachtet

sey oder nicht. Hier ist also Veranlassung gegeben, nach neuen Hülfsmitteln zu suchen, weil die bekannten das Beabsichtigte nicht, oder doch nur mangelhaft, leisten. Aber die Aufgabe gehört zu den schwierigsten, welche sich mir dargeboten haben, und nur durch eine Reihe von Vorrichtungen, die sich allmählig immer mehr und mehr dem Zwecke anschlossen, bin ich zuletzt auf eine Einrichtung gekommen, welche mir ganz zu entsprechen scheint. Ich werde Ihnen diese angeben, ohne Sie mit dem Entwicklungsgange der Ideen, bis zur letzten Form zu ermüden.

Die Aufgabe kann so zusammengefasst werden: Man soll Mittel herbeischaffen, um jeden Stern nach seiner Lage und scheinbaren Grösse in möglichst richtiger Projection auf einer Karte einzutragen, ohne dabei das Fernrohr mit dem Auge zu verlassen, und ohne den eingetragenen Stern zu verwechseln mit andern noch nicht eingetragenen. Zugleich muss die Karte wenigstens 100 □° am Himmel umfassen.

Diess lässt sich auf folgende Weise erzielen. Denken wir uns ein parallaktisch montirtes Fernrohr, durch Uhrwerk oder anderweitige Vorrichtung der täglichen Bewegung der Sterne folgend, so haben wir es nur noch mit der Abbildung scheinbar ruhiger Objecte zu thun. Denn alle Richtungen von der optischen Axe aus bleiben ungeändert, da das Fernrohr den Sternen folgen soll. Denken wir uns ferner, das parallaktisch montirte Fernrohr trage statt des Oculares eine Zeichnungsfläche, senkrecht auf die optische Axe des Rohres, so ist die Aufgabe nun auf dieser Fläche das Bild eines Theils des Sternenhimmels zu entwerfen. Aber die Grösse des Maasstabes der Winkelwerthe wird wieder bedingt seyn von dem

Abstande des Drehungspunktes einer Visirlinie, (die abwechselnd nach den verschiedenen Sternen beweglich seyn soll,) von der Zeichnungsfläche selbst. Denken wir uns diese Visirlinie repräsentirt durch ein kleines Fernrohr was über dem grossen parallaktischen Rohre so angebracht ist, nach Art eines Suchers, dass es sich um zwei Axen drehen lässt, welche sich in irgend einem Punkte der optischen Axe des parallaktischen grossen Rohres rechtwinklicht und parallel mit Stunden- und Declinationskreis schneiden. Denken wir uns ferner am Oculare des bezeichneten Suchers einen Arm angebracht, der herabreicht bis zur Mitte der Abbildungsfläche und hier einen Stift trägt, der durch Vorschieben Punkte auf der Zeichnungsfläche markiren kann, so ist leicht zu sehen, dass jede Richtung, welche man dem Sucher gibt, repräsentirt ist durch eine entsprechende Stellung des Stiftes auf der Zeichnungsfläche. Mit andern Worten, der Zeichnungsstift wird alle jene Punkte auf der Zeichnungsfläche markiren können, nach welchen der Sucher am Himmel successive gerichtet wird, und man kann folglich auch alle Sterne in ihren wechselseitigen Lagen verzeichnen. Aber die Aufgabe verlangt noch mehr als blos die Position. Es soll auch noch die scheinbare Grösse angegeben seyn, und überdiess kein Stern vergessen werden. Da nun das geschehen muss, ohne das Fernrohr mit dem Auge zu verlassen, so ist es erforderlich, eine Vorrichtung anzubringen, welche das Bild der Karte projizirt auf den Sternenhimmel. — Die Wahrnehmung der kleinsten Sterne verlangt aber, dass das Gesichtsfeld des Fernrohres nicht erleuchtet sey. Man muss daher die Karte von der Rückseite erleuchten und die Sterne durch Stiche

in der Zeichnungsfläche sichtbar machen. Dann erscheint am Himmel um jeden Stern ein schwaches Lichtscheibchen, sobald er eingezeichnet ist, weil Licht durch den in die Karte gestochenen Punkt dringt, und das Bild der Karte sich auf den Sternenhimmel im Gesichtsfelde projizirt. Dieser Lichtkreis fehlt aber allen noch nicht eingetragenen Sternen und macht daher die eingetragenen kenntlich. Gibt man dem Stifte, womit die Positionen eingetragen werden, eine spitzauslaufende conische Form, so kann, durch tieferes Einstechen das Lichtscheibchen beliebig grösser gemacht, und folglich die scheinbare Grösse des Sternes damit bezeichnet werden. — Auf solche Art ist daher der Astrograph oder ein Instrument zum Entwerfen genauer und vollständiger Himmelskarten sehr einfach geworden im Verhältniss zu den vielen Anforderungen, welche wir an die Aufgabe stellten. Jedes grössere parallaktische Instrument kann leicht auch zu dieser Klasse von Beobachtungen anwendbar gemacht werden. Ein Körper, der statt des Ocularstutzens eingeschraubt wird, trägt die Zeichnungsfläche, die in einem aufgespannten Papier besteht, in welcher die eingestochenen Sterne durch eine weisse Fläche von innen erleuchtet und sichtbar gemacht werden, durch doppelte Spiegelung eines kleinen Fernrohrs, was im Arme angebracht wird, der den Zeichnungsstift trägt. Die Zwischenlinse zwischen Karte und Ocular muss so berechnet werden, dass das Bild der Karte gleiche Winkelwerthe mit dem Bilde des Suchers bekömmt und in derselben Ebene liege mit dem Bilde der Sterne. Auf den Körper des grossen Fernrohres kömmt nun der Sucher, auf einem Tragringe befestigt, und balancirt in Bezug auf den

Durchschnittspunkt seiner Drehungsaxen, der, wie schon erwähnt, in der Hauptaxe des Fernrohrs liegt, und von dessen Abstand der Maasstab der Sternkarte abhängt. Sollte keine Uhr vorhanden seyn, welche das Instrument der täglichen Bewegung der Sterne nachrückt, so kann durch einen zweiten Beobachter diese leicht ersetzt werden. Man hat hiezu blos ein kleines Fernrohr mit der Declinationsaxe des Aequatorials zu verbinden, was sich nach irgend einem Sterne in der Gegend des Aequators richten lässt. Dieses zweite kleine Fernrohr erhält der Gehülfe bei den Beobachtungen, durch Handhabung des Stundenschlüssels, stets auf den Stern eingestellt. Weniger ermüdend und in Praxi ganz gut ausführbar ist es auch, wenn die Einstellung nur während des Eintragens geschieht, was sich die Beobachter in ähnlicher Art wie bei den Zonenbeobachtungen durch ein kurzes „Top" zurufen. Die Erfahrung hat ergeben, dass man durchschnittlich in einer Minute 5 Sterne eintragen kann. Ein Kärtchen von 100 □° kann also füglich in einem Abende entworfen werden, was ungefähr 10mal so viel ist, als man durch Alignements mit der grössten Anstrengung bewirken könnte.

Die Genauigkeit, welche man erreicht, hängt natürlich von den Dimensionen und von der Festigkeit der Construction des Apparates ab. — Ein Fernrohr von 20 Pariser Linien Oeffnung bei 20maliger Vergrösserung scheint ganz ausreichend. Man wird bei einiger Uebung im Einstellen und bei dem Maasstabe der Berliner akademischen Karte leicht auf ein Drittel Minute als mittleren Fehler kommen, was für diesen Zweck völlig ausreicht, selbst zur

Ermittelung der grössern Schreib- und Druckfehler in den Sternverzeichnissen.

Möchten sich doch bald junge und eifrige Kräfte finden zur Benützung der hier gegebenen Möglichkeit, vollständige Sternkarten zu liefern. Die Durchführung dieser wie jeder grossen Arbeit fordert freilich Entschluss und Beharrlichkeit; aber sie würden durch den Erfolg, ein getreues und vollständigeres Bild vom Sternenhimmel zu geben als wir bis jetz besitzen, und durch die Hoffnung des Auffindens noch nicht erkannter neuer Planeten, wie mir scheint, reichlich belohnt.

DAS HELIOTROP.

Es sind schon viele Jahre, dass ich den schönen Gedanken von Gauss: als Mire auf grosse Entfernungen hin die Zuspiegelung des Sonnenlichtes zu benutzen, in eine sehr einfache Form gebracht habe. Das Instrumentchen ist seitdem wohl an die 50mal ausgeführt worden, aber noch nirgends beschrieben. Das soll nun hier geschehen.

Ein Quadratzoll Spiegelfläche ist auf 15 Wegstunden weit mit freien Augen zu erkennen, wenn diesem Spiegel eine solche Richtung gegeben wird, dass sich darin ein Theil der Sonnenscheibe zeigt. Bei trigonometrischen Vermessungen, bei Signalisirungen und selbst bei telegraphischen Mittheilungen kann, wie Hofrath Gauss gezeigt hat, dieses ingeniose Mittel vortreffliche Dienste leisten. Aber es war bisher ein kostbares Instrument, was auch schon des angebrachten Fernrohrs wegen nicht so transportabel war, als es in manchen Fällen wünschenswerth erscheint. Ich habe daher auf Mittel gedacht diesen

Zweck auch ohne Fernrohr, blos durch einen einzigen Spiegel zu erreichen, und habe solche gefunden. Könnte man nämlich bewirken, dass die von einem Spiegel reflectirten Strahlen in irgend einer beabsichtigten Richtung gehen, so wäre nichts leichter als einem gegebenen Punkte das Sonnenlicht zuzuführen. Aber man hat kein Mittel, um auf grössere Distanzen diess noch mit Sicherheit zu erkennen, wäre man daher im Stande, dem Spiegel eine solche Einrichtung zu geben, dass er zwei Bilder von der Sonne zeigte, welche genau 180° von einander ablägen, so diente das Eine zur Orientirung des Andern. Das Orientirungsbild müsste aber weniger intensiv seyn, weil es dem Auge nur die Richtung bezeichnen soll, in welcher das intensive von der ganzen Spiegelfläche reflektirte Sonnenlicht wirkt. Eine solche Einrichtung aber lässt sich angeben. Denken wir uns von der Mitte eines Glasspiegels die Belegung in einem Scheibchen abgenommen von einer Linie Durchmesser, so werden an dieser Stelle die Sonnenstrahlen durch das Glas hindurchgehen. Sie sollen nun auf eine Glaslinse treffen, in deren Brennpunkte sich eine matte weisse Fläche befindet — etwa ein Stückchen Kalk — so wird auf dieser Fläche ein kleines, helles Sonnenbild entstehen, welches nach allen Richtungen Lichtstrahlen zurückwirft. Es wird folglich auch Lichtstrahlen zurückwerfen genau in den Richtungen, in welchen diese durch die Linse hereingekommen sind. Die Glaslinse bricht daher die auf ihrem Rückwege begriffenen Lichtstrahlen zum zweiten Male und führt die von einem Punkte kommenden wieder unter einander parallel derjenigen Stelle des Spiegels zu, von welcher die Belegung abgenommen ist. Ein Theil

derselben geht nun also wieder genau in denselben Richtungen der Sonne zu, in welchen sie von der Sonne kamen. Ein kleiner Theil aber wird auf der untern Glasfläche beim Eintritte reflectirt und gibt so das matte Orientirungsbild, was genau 180° von dem intensiven Sonnenbilde abliegt. Hält man nun das Auge so, dass es durch die von der Folie befreiten Stelle des Spiegels hindurch sieht, und zugleich die reflectirten zurükkehrenden Lichtstrahlen aufnimmt, so sieht man auf der Gegend ein durchsichtiges mattes Bild der Sonne liegen, was dem Vollmonde ähnlich sieht. Dieses matte Sonnenbild deckt aber von der Gegend alle diejenigen Punkte, nach welchen von der Spiegelfolie im Innern des Glases reflectirte Sonnenstrahlen gehen. Alle Punkte, welche das Sonnenbild deckt, empfangen folglich das Heliotropenlicht, d. h. von allen diesen Punkten aus zeigt der Spiegel einen Theil des Sonnenbildes. Das matte Sonnenbild dient daher, dem Spiegel diejenige Richtung zu geben, durch welche er einem andern gegebenen Punkte Sonnenlicht zuwirft. Beide Sonnenbilder sind hier durch dieselbe Glasfläche erzeugt. Das Intensive, das sogenannte Heliotropenlicht, durch Spiegelung der Sonnenstrahlen im Innern des Glases da, wo dieses von der Folie berührt wird. Das matte Orientirungsbild aber erzeugt sich an der äussern Fläche des Glases, da wo die Folie abgenommen ist.

Man sieht, dass aus diesem Grunde auch das Instrument keiner Correction bedarf, weil beide Bilder von derselben Planfläche erzeugt sind und daher, bis auf Grössen von der Ordnung des Winkels beider Flächen des Spiegels genau 180° von einander abstehen werden.

Noch müssen wir das Stativ angeben, durch welches man dem Spiegel die für jeden Fall erforderliche Lage gibt.

In einem gabelförmigen Metallstücke sey der Spiegel in zwei Spitzen so gehalten, dass er sich um letztere drehen lässt. Das Gabelstück aber habe zwischen den Trägerarmen des Spiegels nach unten zu eine durchbohrte Axe, auf welcher oben die Glaslinse sitzt und unten im Brennpunkte derselben die matte Fläche angebracht ist. Diese durchbohrte Axe ist aufgenommen von einem kleinen Stativ, was es möglich macht, ihr jede Lage zu geben, und was zugleich zur Befestigung mit einer Holzschraube versehen ist. Auf solche Weise ist das Instrument auf einen äusserst kleinen Raum gebracht, so dass es im Etui verpackt nur 3 Zoll lang, $1\frac{1}{2}''$ breit und $\frac{3}{4}$ hoch ist, und folglich äusserst transportabel bleibt.

Soll nun das Instrument benützt werden, so wird das kleine Stativ durch Einschrauben der Holzschraube befestigt. Man stellt hierauf die durchbohrte Axe in der Richtung nach der Sonne, was sich daran leicht erkennen lässt, dass der Sonnenschein, welcher durch die von Folie befreiten Stelle des Spiegels fällt, gerade auf die Mitte der Glaslinse trifft. Dreht man nun den Spiegel um die durchbohrte Axe, so wird das reflectirte Sonnenbild in einem Kreis um die wirkliche Sonne geführt, dessen Abstand von letzterer um so grösser ist, je grösser die Neigung des Spiegels gegen die einfallenden Sonnenstrahlen war. Man kann folglich das Sonnenlicht nach jedem Punkte der ganzen Sphäre reflektiren, wobei jedoch die Intensität des reflectirten Bildes um so kleiner wird, je näher der Reflectionspunct 180^0

von der Sonne abliegt, was übrigens unzertrennlich ist mit der Reflection durch Eine Spiegelfläche. Um erst nahezu dem Spiegel die richtige Lage zu geben, hält man die Hand nach derjenigen Richtung vor, nach welcher das Heliotropenlicht gegeben werden soll und ändert die Lage des Spiegels bis der reflectirte Sonnenschein auf der Hand sichtbar wird. Jetzt sieht man durch die Oeffnung im Spiegel nach dieser Richtung und gewahrt alsbald das Orientirungs-Sonnenbild. Dieses wird nun durch leises Klopfen zur Verstellung des Spiegels noch so weit bewegt, bis es genau und centrisch denjenigen Punkt deckt, welchem man das Sonnenlicht zuschicken will. Es könnte der Fall eintreten, dass das Orientirungsbild zu intensiv ist, um durch dasselbe hindurch noch die Gegend deutlich unterscheiden zu können. Für diesen Fall hat man nur die Hand zwischen Sonne und Spiegel zeitweise zu bringen, um bald die Gegend bald das Sonnenbild und dessen Lage gegen Erstere zu sehen.

Für die meisten Fälle ist dieses Heliotrop, selbst zum Zwecke trigonometrischer Messungen, völlig ausreichend. Doch könnte es wünschenswerther werden, namentlich zu gleichzeitigen und wechselseitigen Höhenmessungen, die heliotropische Verriohtung gleich an das Objectiv des Theodoliten-Fernrohrs anzubringen. Diese Einrichtung fordert jedoch doppelte Spiegelung. Der eine Spiegel bildet vor dem Objectiv mit der optischen Axe den constanten Winkel von 45°. In seiner Mitte ist so viel Belegung abgenommen, dass das Fernrohr noch Licht genug von der Gegend erhält. Dieser Spiegel empfängt das Sonnenlicht durch einen zweiten, welcher drehbar ist um eine Axe, die die Gesichtslinie senkrecht

schneidet. Er bildet mit dieser Axe ebenfalls den constanten Winkel von 45°. Ihm gegenüber ist das kleine, hohle Rohr mit der Glaslinse und der matten Reflectionsfläche im Brennpunkte angebracht. Da sich nun der ganze Heliotropenkopf auch um die optische Axe drehen lässt, so wird es durch diese Vorrichtung möglich, volles Heliotropenlicht nach jedem Punkte der Sphäre, der in der Verlängerung der Gesichtslinie sich befindet, zu schicken. Diese Einrichtung dürfte sich dadurch besonders empfehlen, dass ein und derselbe Beobachter das Heliotropenlicht und die Messung gleichzeitig zu besorgen vermag.

MIKROMETER.

Die Mikrometer bilden unter den Messinstrumenten eine wichtige Classe. Denn sie sind bestimmt, für kleinere Winkelentfernungen die Lage von Punkten gegen einen gegebenen Punkt zu ermitteln. Wenn daher der Meridiankreis durch seine Angaben ein grosses und allgemeines Netz von genau bestimmten Punkten über den ganzen Sternenhimmel geliefert hat, so ist es die Aufgabe der Mikrometer, alles spezielle dazwischenliegende, also die Details, unserer Kenntniss herbeizuführen. In vielen Fällen vermögen sie, was kein anderes Instrument; namentlich für sehr schwach erleuchtete Objecte liefern sie noch Positionen, wo alle übrigen Messungsmittel ihren Dienst versagen würden.

Man kann sie in zwei Hauptclassen betrachten, je nachdem das Mikrometer mit undurchsichtigen Maassen oder mit durchsichtigen Bildern derselben misst. Zur ersten Classe gehören also sämmtliche

Filar-Mikrometer und die meisten Kreis-Mikrometer. Zur letzteren alle diejenigen, bei welchen auf dem Hauptbilde des Instruments kein wirkliches Object zur Messung liegt, sondern blos das Bild eines solchen. Diese Classe ist daher unstreitig einer grössern Genauigkeit fähig, als die Erstern. Denn wenn in der Ebene des Hauptbildes ein wirkliches Object zum Messen angebracht wird, so ist eine Beugung des Lichtes an den Rändern unvermeidliche Folge. Man hat zwar Beobachtungsmethoden, wodurch sich diese Fehlerquelle zum Theile eliminirt. Aber nur zum Theil, weil die Beugungen nicht gleich sind für verschiedene Abstände von der Hauptaxe des Objectives. Dagegen verschwindet diese Quelle constanter Fehler gänzlich bei der zweiten Classe. Denn hier liegt nur das Bild des Messungsmittels auf dem Bilde was gemessen werden soll. — Von beiden kömmt gleichzeitig der Strahlenbüschel in das Auge. Das Bild des Mikrometers erscheint folglich durchsichtig und seine Grenzen sind völlig frei von Beugungserscheinungen.

Es dürfte daher von besonderm Werthe seyn, die Messungsmittel der letztern Classe zu vervielfältigen. Ich werde einige Beiträge hierin in Nachfolgendem liefern.

Im dritten Bande der astronomischen Nachrichten habe ich ein solches Mikrometer beschrieben, wo vor das Objectiv des Hauptfernrohrs ein zweites weit kleineres Objectiv centrisch angebracht ist, in dessen Brennpunkte sich das Mikrometer befindet. — Man kann jedoch, ohne das Prinzip zu ändern, der Einrichtung eine weit geschicktere Form geben, wobei auch die Festigkeit gewinnt. Wird nämlich das kleine Fernrohr, welches das Bild des

Mikrometers erzeugen soll, nicht vor das Hauptobjectiv gebracht, sondern zwischen dieses und das Ocular, und zwar senkrecht auf die optische Hauptaxe, vor dem kleinen Objective aber ein unter 45° geneigter kleiner Metallspiegel oder ein kleines Glas-Prisma befestigt, und man lässt nun diesen Spiegel in den Lichtconus des Hauptobjectives eingreifen, während das Fernrohr und sein Mikrometer ausserhalb des Hauptrohres bleibt, so kann ebenfalls durch eine geeignete Lage der Mikrometertafel ihr Bild in Coincidenz mit dem Hauptbilde gebracht werden. — Bei dieser Einrichtung sind aber wesentliche Vortheile erlangt, denn erstens entzieht man dem Hauptbilde weit weniger Licht, zweitens bleibt man nicht beschränkt auf Anbringung eines sehr kleinen also schwierig auszuführenden Mikrometers, sondern man kann, indem das Mikrometer-Fernrohr ebenfalls mit einem Ocular versehen wird, in beliebigem Abstande vor diesem die eigentliche Mikrometertafel anbringen, und folglich diese in Wirklichkeit beliebig gross ausführen. Es versteht sich von selbst, dass der ganze Apparat von einer festen Metallhülse zusammengehalten und durch einen ausreichend breiten Ring um das Hauptrohr mit Letzterem verbunden ist. Durch die seitliche Stellung des Mikrometers hindert nichts in den Dimensionen und bei der Handhabung. Man kann daher jede Art von Mikrometer aus dieser Vorrichtung machen, je nachdem das Messungsmittel beschaffen ist, welches vor dem Oculare des Mikrometer-Fernrohres seine Stellung hat. Bringt man z. B. eine weisse Platte an, auf welcher schwarze Theilungen oder concentrische Kreise gezogen sind, so gibt das Licht im Zimmer hinreichende Beleuchtung um das

Gesichtsfeld des Hauptfernrohres schwach erleuchtet zu sehen und die verzeichneten Linien des Mikrometers auf dem Bilde des Himmels zu erkennen. Will man aber auf dunklem Himmelsgrunde hell erleuchtete Messungslinien haben, so wird diese Mikrometertafel mit weissen Linien auf schwarzem Grunde versehen; oder aber so durchbrochen, dass nur die zur Messung bestimmten Contouren bleiben und also sich auf dem Himmelsgrunde projiziren. Wollte man endlich ein Filar-Mikrometer mit beweglichen, erleuchteten Fäden auf dunklem Himmelsgrunde haben, so wäre wieder nur statt der letztbenannten Mikrometerplatte eine neue einzusetzen, in welcher die weissen aufgespannten Seidenfäden durch Mikrometerschuber verstellbar sind. Die Theilung des Positionskreises trägt deren Umfang. Da diese Mikrometertafel 3 und mehr Zoll im Durchmesser bekommen kann, so ist sowohl die Ausführung derselben sehr leicht, als auch die erzielte Genauigkeit sehr gross. Diese Einrichtung leistet ganz besonders gute Dienste, vorzüglich bei lichtschwachen Objecten, weil es sehr leicht ist, den Grad der Helligkeit der Erleuchtung durch Verstellen des Lichtes im Zimmer beliebig zu modifiziren, und weil das Bild der Fäden durchsichtig ist, also niemals den zu messenden Gegenstand verdeckt.

Aehnliches lässt sich auch auf eine noch viel einfachere Weise erzielen. Bringt man nämlich ein kleines Planglas unter 45° zwischen der letzten Ocularlinse und dem Augenort an, so empfängt das Auge nicht blos das Licht des Fernrohres, sondern zugleich auch ein Spiegelbild des Planglases. Es kann uns also ebenfalls jede Mikrometer-Vorrichtung als durchsichtiges auf dem Himmel projizirtes Bild zeigen.

Dabei ist nur erforderlich, dass die seitliche Aufstellung der Mikrometervorrichtung hinreichend weit vom Planglase, etwa 8″ abstehe, und dass zur Vermeidung der Parallaxe das Ocular eine entsprechende Stellung gegen das Bild vom Himmel erhalte. Es versteht sich auch hier von selbst, dass die Mikrometervorrichtung möglichst fest mit dem Ocular verbunden sey, und dass das seitlich angebrachte Mikrometer durch ein Gegengewicht auf der andern Seite des Oculars balancirt werde. Die Positionswinkel können hier durch Drehung des Oculars sammt seinem Apparate gemessen werden. Diese Einrichtung empfielt sich besonders durch die Einfachheit der Mittel, durch welche sie herzustellen ist.

Bei allen diesen Vorrichtungen misst man entweder an einem feststehenden Bilde eines fremden Gegenstandes oder durch die Bewegung desselben. Es gibt aber noch eine besondere Classe von Mikrometern, wo man durch ein zweites von demselben Gegenstande erzeugtes Bild die Messung bewirkt. Diese Classe von Messungsmitteln ist offenbar die vollendetste, weil man mit dem Vortheile der durchsichtigen Bilder noch zugleich den sehr wesentlichen Vortheil verbindet, in der Messung unabhängig zu seyn von der täglichen Bewegung der Gestirne und von der Festigkeit in der Aufstellung des Instrumentes.

Dieses Mikrometer, — Heliometer genannt — ist aber an eine schwer zu erfüllende Bedingung geknüpft. — Es fordert nämlich, dass das Objectiv des Hauptfernrohres diametral zerschnitten werde und durch die Verstellung der Objectivhälften in der Richtung des Schnittes zu messen. Allein das Bild, welches von einem halben Objective erzeugt wird, ist nicht

mehr vollkommen und bringt unvermeidlich farbige Ränder senkrecht auf dem Schnitt hervor. Wenn nun aber auch diese die Beobachtung nicht direct stören, so wird doch damit die optische Leistung des Instrumentes offenbar vermindert und man entschliesst sich daher nur schwer, dem stärksten Fernrohre eines Observatoriums diese Einrichtung zu geben, obschon es gerade zur Messung sehr kleiner Winkel am geeignetsten seyn würde.

Es erscheint daher wünschenswerth, dieses Prinzip auch ohne Zerschneiden des Hauptobjectives durchzuführen, und dasselbe bei jedem grossen Fernrohre gleich den übrigen Mikrometern anwenden zu können.

Diese und ähnliche Betrachtungen haben den wirklichen Staatsrath von Struve veranlasst, bei seiner Anwesenheit dahier die Construction eines solchen Ocular-Heliometers für den grossen Refractor der Hauptsternwarte Pulkowa mit mir zu berathen. Das Instrument ist nun vollendet und wird daher bald seine ausführliche Beschreibung unter den übrigen Instrumenten jener grossartigen Anstalt finden. Indessen dürfte es hier nicht ungeeignet erscheinen, einiges im Allgemeinen darüber zu sagen. Es unterscheidet sich wesentlich von der schon früher durch Amici in Vorschlag gebrachten Einrichtung dadurch, dass die getheilte Zwischenlinse, zwischen Objectiv und Ocular, hier ein getheiltes achromatisches Objectiv ist, dass die Schuber, welche die Objectivhälften tragen, sich stets symmetrisch gegen die optische Hauptaxe bewegen, und dass das ganze Mikrometer in allen Lagen des Hauptrohres über dem Horizonte vollkommen balancirt ist. Diese Balancirung wurde erzielt durch einen Ring, welcher zwei

Systeme rechtwinkligt gegen einander gestellter Frictionsräder trägt, und auf welchen zwei analoge Systeme von Gegengewichten wirken.

Der Ring umfasst die weite durchbrochene Axe des Instrumentes im Schwerpunkte des Ganzen, und bewirkt, dass die Drehungen im Sinne der Positionen eben so sanft und gleichförmig erfolgen, als die Bewegungen des balancirten Meridiankreises. An dem Oculare, welches eine 300malige Vergrösserung gibt, ist eine eigene Vorrichtung zur Veränderung der Helligkeit der einzelnen Bilder angebracht. Dieses trägt nämlich auf seinem Oculardeckel einen Schuber, der sich senkrecht auf den Schnitt des Zwischenobjectives verstellen lässt, und ein halbkugelförmiges Diophragma hat, was genau im Augenorte nur so weit ausgedreht ist, als der Durchmesser des Lichtbüschels verlangt. Je nachdem also diese Blendung in dem einen oder andern Sinne verstellt wird, entzieht sie der einen oder andern Hälfte des Objectives Licht und bewirkt somit, dass man auch zwei Gegenstände, welche sehr ungleiche Intensität des Lichtes haben, darin gleich machen und folglich vergleichen kann.

BEITRAEGE ZUR OPTIK.

Wenn Laplace die zukünftigen Fortschritte der Astronomie als hauptsächlich bedingt von den Fortschritten der Optik erklärt, so liegt darin eine besondere Aufforderung, ich möchte sagen Herausforderung, alle Kräfte der Invention dieser Sphäre zuzutragen. Durch die grossen Leistungen Fraunhofers hat sich die Dioptrik auch wirklich auf eine

solche neue Stufe geschwungen, von welcher aus die Rückwirkung auf die Fortschritte der Astronomie, so wie es Laplace vorausgesagt hatte, eintreffen musste. Die Dioptrik hat Fraunhofer eine neue Aere zu verdanken, weil er der Erste war, welcher die erforderliche Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Ausführung herbeizuschaffen wusste. Die Anwendung des Fühlhebels war ihm ein Mittel geworden, sowohl die gleichförmige Sphärizität seiner Glasflächen als die von der Rechnung verlangten Krümmungshalbmesser mit jeder gewünschten Annäherung zu erkennen. Seine Entdeckung der Bedingungen, unter welchen allein homogenes Crown- und Flintenglas erzeugt werden kann, seine Polirmaschinen und Radiusschleifmaschinen — alle diese Mittel im Verbande mit gründlicher theoretischer Einsicht, setzten ihn in den Stand, die Effecte seiner grossen Achromaten zum Voraus mit Sicherheit angeben zu können. Aber viel zu früh für die Interesse der Wissenschaft ist dieses ausgezeichnete Talent ihr durch den Tod entzogen worden. Nur der kleinste Theil der wissenschaftlichen Arbeiten Fraunhofers ist uns durch den Druck überliefert worden. Allein seine wissenschaftlichen Forschungen und Entdeckungen, namentlich in Betreff seiner Achromaten, mussten theils aus Rücksicht für das optische Institut, welchem er vorstand, theils aus Mangel an Zeit, die grösstentheils der Production gewidmet war, der Publication entzogen bleiben. Indessen hat Fraunhofer durch seine Werke — ich meine seine ausgeführten Instrumente — geschrieben. Sie können wie ein Buch gelesen werden; aber ein eigenes Studium der Sprache muss vorausgehen. Unsere Literatur

weiset nach, dass dies auch wirklich geschah. Prechtel's praktische Dioptrik ist als Beleg zu betrachten. Ich habe mir ebenfalls die Aufgabe gestellt, sein Fernrohr genau zu studieren. Ich ging jedoch nicht aus, wie Prechtel, von einer angenommenen Voraussetzung über die Bedingung aus welcher die Construction seines Objectives folgt (zugleich achromatisch für nahe und ferne Objecte, Herschels Objectiv), sondern ich untersuchte die Lage der verschiedenen Strahlen durch Rechnung und verglich sie mit Messungen am wirklichen Objective. Dazu waren aber neue Methoden erforderlich, um erstens die Krümmungshalbmesser mit jeder gewünschten Schärfe zu ermitteln, zweitens die Brechbarkeit der einzelnen fixen Linien *b*, *c*, *d* u. s. f., wie sie Fraunhofer im Spectrum entdeckt hatte, zu ermitteln. Letzteres konnte nicht nach Fraunhofers Methode geschehen, weil keine Prismen der betreffenden Glasarten, sondern nur die sphärischen Linsen des Objectivs gegeben waren.

Die Krümmungshalbmesser erhält man auf zweierlei Weise genauer als nach der Stampfer'schen Methode. Einmal durch einen Fühlhebel, angebracht an einem Mikrometer, was in der Mitte zwischen 3 gleichweit entfernten Berührungsspitzen steht und den *Sinus-versus* der sphärischen Krümmung misst. Anderntheils aber durch Messung der Verschiebung der zu untersuchenden Linse in einer Ebene, bis ein dem Angulärwerthe nach bekanntes Reflectionsbild gegen feststehende Absehlinie hindurchgerückt ist. Macht man das durch das Objectiv eines Fernrohrs gesehene Diophragma zum Reflectionsbilde, also zu einem unendlich entfernten Objecte, und ein Mikroscop

zur Visirlinie, so wird der Ausdruck, welcher der Krümmungshalbmesser als Function der Verschiebung und des Naturwinkels gibt, ungemein einfach und die Beobachtung sehr grosser Genauigkeit fähig. Es ist nicht schwer, nach dieser Methode, die ich in den Denkschriften unserer Akademie ausführlich mittheilen werde, eine Einheit der sechsten Zifferstelle sicher zu erhalten.

Die Brechbarkeit eines bestimmten homogenen Lichtstrahles oder seine Ablenkung von der geraden durch eine Linse von bekanntem Krümmungshalbmesser kann dagegen durch den Theodoliten mit aller wünschenswerthen Genauigkeit gemessen werden, wenn eine Vorrichtung gebildet wird, welche gestattet, unter sich paralleles homogenes Licht der verschiedenen Strahlen b, c, d etc. successiv auf eine bestimmte Stelle der zu untersuchenden Linse auffallen zu lassen. Auch hier muss ich auf die Denkschriften zur nähern Mittheilung verweisen.

In dieser Art können die Berechnungs- und Zerstreuungsverhältnisse so wie die Krümmungshalbmesser der beiden Glaslinsen eines achromatischen Objectives in aller Schärfe ermittelt werden, und erst dann ist die Rechnung im Stande, die Lage der Strahlen im Bilde genau zu finden. Untersucht man nun das Fraunhofer'sche Objectiv auf diese Weise, so wird man sehen, dass die rothen Randstrahlen eine kleinere Vereinigungsweite als die übrigen Strahlen des Objectives haben, dass also das Objectiv für sich nicht achromatisch ist. Man kann sich hievon auch factisch leicht überzeugen, wenn man als Ocular ein schwaches achromatisches Mikroscop zur Betrachtung des Bildes eines Fraunhofer'schen

Objectives benützt. — Hier herrschen die rothen und gelben Strahlen bedeutend vor, und das Bild ist nichts weniger als gut. Da nun aber das Fraunhofer'sche Fernrohr, d. h. die Verbindung seines Objectives und Oculares zusammen eine vortreffliche Wirkung geben, so muss Fraunhofer durch die Abweichung im Objective eine Abweichung in den Ocularen gehoben haben. Diess lässt sich nun auch wirklich durch die Construction seines Objectives nachweisen. Denn wenn man nach der von Gauss angedeuteten Methode diejenigen Krümmungshalbmesser sucht, welche zweierlei Axen und zweierlei Randstrahlen eine solche Lage geben, dass sie nach dem Durchgange durch das Ocular unter sich parallel werden, oder mit andern Worten wenn man über die Krümmungshalbmesser in solcher Weise disponirt, dass sie die Längeabweichungen des Oculars compensiren, so erhält man nicht nur, wie nach den Herschel'schen Formeln, eine dem Fraunhofer'schen Objectiv ähnliche Construction, sondern diese ganz genau. Es versteht sich von selbst, dass man bei dieser Rechnung durch die analitischen Formeln nur erste Näherungswerthe erhält, und dann nach der Methode successive Annäherung die beabsichtigten Bedingungen streng erfüllt. Dabei muss, wenn der Effect ein Bester werden soll, auf die Quantität und Indensität der verschiedenen Lichtstrahlen, so wie auf die Abweichung im Auge Rücksicht genommen werden, damit das unvermeidliche secundäre Spectrum ein wirkliches Minimum werde.

Aber gerade die Hebung dieses secundären Spectrums bildet für die Dioptrik das grösste Hinderniss. Fraunhofer hat zwar gezeigt, wie man dessen Einfluss mit Rücksicht auf Indensität und Quantität des

vorhandenen Lichtes auf ein Minimum bringen könne; jedoch unter allen berechnenden festen Substanzen, die er in dieser Beziehung verglich, keine gesunden bei denen eine völlige Proportionalität der Zerstreuungskräfte für die einzelnen Farben stattfände, also keine, bei welchen das secundäre Spectrum sich vollständig hätte heben lassen und die Realisirung seiner Hoffnung, dass sich solche finden werden, ist durch seinen Tod vielleicht auf Jahrhunderte hinausgeschoben. Denn die schönen Untersuchungen von Dr. Blair, das secundäre Spectrum durch Linsen aus verschiedenen Flüssigkeiten zu heben, bieten mehr theoretisches als practisches Interesse, weil solche Objective wegen des beständigen Temperatur-Wechsels, wie Fraunhofer gezeigt hat, bei grossen Dimensionen nie gute Wirkung geben können. Auch die ingeniöse Idee von Dr. Barfuss,* katroptisch dioptrische Verbindungen zu machen, wo also Achromaten aus ein und derselben Glasart hervorgehen, die folglich auch das secundäre Spectrum aufheben, ist leider an den Reflexbildern gescheitert, die bei jener Construction unvermeidlich entstehen und sehr nachtheilig wirken. Eine andere Classe von Schwierigkeiten, welche der Dioptrik entgegen treten, liegt darin, dass sich zwar unter Beibehaltung sphärischer Krümmungen die Vereinigung von Strahlen, welche der Axe unendlich nah, und solcher, welche am Rande des Objectives einfallen, in aller Schärfe bewirken lässt, dass aber dann für die Zwischenstrahlen unvermeidliche Abweichungnn wieder hervortreten, die, wie Gauss

---

* Anmerk. Ich habe ein solches Fernrohr von 2 Zoll Onffeung ausführen lassen.

gezeigt hat, in $^2/_3$ des Abstandes vom Mittelpunkte des Objectives ihr Maximum erreichen.

Fasst man nun zusammen, mit welch grossen Schwierigkeiten die Dioptrik sowohl von theoretischer Seite als von Seite der Technik und Letzteres wieder in Bezug auf Hervorbringung geeigneten Glases, und in Bezug auf Herstellung der richtigen Krümmungshalbmesser, zu kämpfen habe, so wird es nur durch so seltenes Talent als das Fraunhofer'sche erklärbar, wie man in den Achromaten mit völlig gutem Erfolge zu so grossen Dimensionen gelangen konnte, als Fraunhofer wirklich erreicht hat. Die frühern Wege zur Herstellung dioptrischer Instrumente, die Wege des Versuchens, hat man seitdem wieder öfters eingeschlagen. Für Mikroskop mögen sie allerdings rasch zum gewünschten Ziele führen, für grosse Achromaten aber sind sie nimmermehr statthaft. Das dialytische Fernrohr scheint auch mehr aus der Absicht grosse Flintglaslinsen entbehrlich zu machen, als aus einer tiefer liegenden Bedingung hervorgegangen zu seyn. Es ist dieses Fernrohr Veranlassung zu einer dioptrischen Untersuchung geworden, welche ich bereits im Jahre 1838 unserer Akademie vorlegte und deren Ergebnisse ich hier, so weit es ohne Rechnung geschehen kann, anführen werde.

CORRECTIONSFERNROHR.

Man ist bisher nur darauf ausgegangen, für gegebene Brechungs- und Zerstreuungsverhältnisse der Glasarten, aus denen ein achromatisches Objectiv construirt werden sollte, die Krümmungshalbmesser zu berechnen, welche die Glaslinsen erhalten müssen,

um möglichst gute Vereinigung der verschiedenartigen Rand- und Axenstrahlen zu erzielen. Dabei hat man den Abstand bei 2 Linsen oder die Abstände bei 3 Linsen = 0 gesetzt.* Aber in der Ausführung ist es ungemein schwierig, nicht nur richtige sphärische Krümmungen hervorzubringen, sondern auch ihnen den von der Rechnung verlangten Halbmesser zu geben; und schon kleine Abweichungen in den Krümmungshalbmessern sind ausreichend, den beabsichtigten Effect gänzlich zu vernichten. Aus der eben angeführten Untersuchung geht nun aber hervor, dass man auch mit nahezu richtigen Krümmungshalbmessern ein möglichst vollkommenes Objectiv von 3 Linsen erlangen könne, wenn man die beiden Abstände derselben veränderlich setzt und die Construction des ganzen Objectives demgemäss ändert. Eine Verstellung der beiden letzten Linsen ändert die Farbenzerstreuung, die Kugelaberration nur im geringen Grade. Eine Verstellung der 3ten Linse gegen die 2te aber ändert hauptsächlich die Kugelaberration und nur wenig die Farbenzerstreuung. Auf solche Weise lassen sich daher, wenn nur die Halbrechen der Linsen im Allgemeinen und beiläufig hergestellt sind, die Abstände der 3 Linsen durch successive Versuche so

---

* Anmerk. Die Untersuchung Herschel's, die Farbenzerstreuung durch Entfernung der beiden Linsen nachträglich zu verbessern, wenn sie ursprünglich für die Berührung der Linsen conträr gemacht ist, war mir damals nicht bekannt. Sie collidirt jedoch, wie mir scheint, nicht mit meiner Idee, wie Herschel die Aenderung der Kugelaberration, die nothwendig mit der Entfernung der Linsen von einander eintreten muss, nicht zu verbessern sucht, und auch nicht verbessern kann, da er blos 2 Linsen betrachtet, während ich 3 annehme.

bestimmen, dass der Effect ein möglichst guter wird. Hier sind also die Abstände der Linsen variabel, während die jetzigen Objective variable Krümmungshalbmesser zur Erzielung des besten Effectes voraussetzt. Da sich nun aber die Krümmungshalbmesser einer vollendeten Linse nicht mehr verändern lassen, wohl aber ihre Abstände, so dürfte in technischer Beziehung, und namentlich bei grossen Achromaten, Erspriessliches von dieser Construction zu erwarten stehen. Ich habe ein Fernrohr dieser Art ausführen lassen, was jedoch nur 3″ Oeffnung hat. Dennoch verträgt es 200malige Vergrösserung vollkommen gut.

Wenn man die Schwierigkeiten, auf welche die Herstellung richtiger Achromaten führt, näher in's Auge fasst, so sieht man bald, dass ihre Theorie nicht streng richtig sey. Die Farbenzerstreuung, die Kugelaberration der Fehler des Bildes ausser der Axe, alle diese Abweichungen lassen sich nur nahezu, aber nicht vollkommen heben. Vergleicht man dagegen die einfache und streng richtige Theorie der Katoptrik, so wird es kaum begreiflich, wie man in Deutschland diese Spiegelinstrumente ganz vergessen konnte. In der That haben auch sie mit einer grossen Schwierigkeit zu kämpfen, nämlich damit, dass die Politur der Metallspiegel durch Oxydation bald leidet, und daher das Instrument bei weitem nicht so dauerhaft ist, als die Fernröhren. Aber diese Schwierigkeit scheint schon ihrer Natur nach leichter zu beseitigen, als die Uebelstände, welche der Dioptrik entgegentreten. Man bedenke nur wie ungemein einfach die Construction eines Newton'schen Teleskopes ist, im Verhältniss zu der eines Achromaten. Das Teleskop bedarf nur der Bearbeitung

einer Einzigen Spiegelfläche. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob der Krümmungshalbmesser etwas grösser oder kleiner ausfällt. Das achromatische Objectiv dagegen erfordert die Bearbeitung von 4 Flächen und jede von ganz genau bestimmten Krümmungshalbmessern und alle genau centrirt. Bei dem Telescop wird der Lichtstrahl durch Reflexion nicht zerlegt in die Farben des Spectrums. Das achromatische Objectiv muss die zerlegten Strahlen wieder vereinigen, was nur näherungsweise möglich ist, und wobei das secundäre Spectrum immer noch zurückbleibt. Für das Teleskop kann die Abweichung wegen der Kugelgestalt empirisch durch Vergleichung der Vereinigungsweiten der Strahlen bei verschiedenem Abstande von der Axe, ganz gehoben werden. Bei dem Achromaten nur nahezu. Diese Betrachtungen zeigen offenbar, dass man zu schnell eine gute Sache aufgegeben hat, statt auf Mittel zu sinnen, der einzigen Schwierigkeit entgegen zu wirken. Sollen nun aber die Teleskopspiegel dauerhaft werden, so muss man darauf ausgehen, ihre Spiegelfläche aus edeln nicht oxydirbaren Metallen herzustellen. Aber hierin lag wieder ein neues Hinderniss. Denn das Gold ist zu weich, als dass es bei der Bearbeitung die genaue Gestalt nicht verlöre. Platina und seine Legirungen dagegen reflectiren zu wenig Licht.

Wer hätte glauben sollen, dass eine Aushülfe hiefür hervorgeht aus den Fortschritten in der Kenntniss der galvanischen Kräfte. Und dennoch ist diess der Fall. Die Ruolz'sche galvanische Vergoldungsmethode lässt sich nämlich auch auf Teleskopspiegel anwenden. Sie gewinnen sogar an Reflectionsvermögen und Deutlichkeit durch die Goldschichte,

welche sie deckt, und folglich vor Oxydation schützt. Durch diese Anwendung scheint überhaupt für die Katoptrik sich ein neues Feld zu eröffnen. Denn man kann galvanoplastisch Teleskopspiegel in Kupfer kopiren, welche so vollkommen dem Originale gleich sind, dass sich auch nicht der geringste Unterschied zwischen der Politur des Spiegels und seiner galvanoplastischen Copie wahrnehmen lässt. Bis jetzt ist ein Spiegel von 6 Par. Zoll Durchmesser der grösste, welchen ich galvanoplastisch nachgebildet habe. Er ist jedoch so vollkommen treu dem Originale gleich, dass sich mit Zuversicht auf noch grössere Dimensionen rechnen lässt. Gelingen diese nur bis zu 1' Durchmesser, so ist hievon eine neue Epoche für die Katoptrik und damit für die beobachtende Astronomie zu erwarten. Denn diese galvanoplastisch gebildeten Metallspiegel von Kupfer können nun ebenso galvanisch vergoldet werden, was sie vor Anlaufen schützt, oder man kann sie sogar in Gold copiren und nachdem die Fläche ausreichend stark (0'''01 dick) belegt ist, durch allmählige Zusätze von Cyankupfer übergehen in Kupfer. Dann trennen sich beim Abheben Gold und Kupfer nicht mehr. Man kann aber zugleich denselben Metallspiegel beliebig oft hintereinander galvanisch copiren und so viele vollkommen gleiche Spiegel erhalten. Von diesen lassen sich dann etwa 7 durch geeignete Vorrichtung zum Centriren vereinigen, zu einem einzigen Instrumente. Auf solchem Weg steht zu hoffen, dass man zu grösseren Dimensionen als die bisherigen, gelangen werde, und dass das Hinderniss, was der Katoptrik entgegenstand, nun gänzlich gehoben sey.

Ich kann die Abtheilung der astronomischen

Instrumente nicht schliessen, ohne der Abänderungen zu erwähnen, welche im Verlaufe der Zeit zwei schon früher zur Publicität gebrachten Arbeiten von mir erfahren haben, der Prismenkreis und das Photometer.

PRISMENKREIS.

Sie erinnern sich des Instrumentes, was im 11ten Bande Ihrer astronomischen Nachrichten beschrieben und welchem Sie durch die vortrefflichen Beobachtungen mit demselben ein so freundliches Empfehlungsschreiben auf seine erste Reise in die Welt mitgegeben haben. Ich brauche wohl kaum anzuführen, dass der Grundgedanke, aus welchem jenes Instrument hervorgegangen ist, darin bestand, die Messung aller Winkel bei gleicher Deutlichkeit des Bildes in solcher Weise möglich zu machen, dass durch die Anordnung der Beobachtung alle constanten Fehler im Instrumente eliminirt werden. Wenn man auch schon früher Glasprismen statt Spiegel bei Sextanten in Vorschlag gebracht hatte, so erscheint doch mein Prismenkreis neu durch das was er für die Beobachtung leisten soll, und auch leistet. Ich hatte damals, wie gesagt, nur die Leistung des Instrumentes im Auge und nicht den Beobachter, oder seine Bequemlichkeit bei der Beobachtung. Daher ist denn auch das Instrumnt nicht leicht zu handhaben. Die Theorie des Prismenkreises, welche Geheimrath Bessel dann später in Ihrem Blatte gab, erfasst die Aufgabe, welche ich mir gestellt hatte, weit allgemeiner. Er bildet durch dieselbe eine neue Classe von Messinstrumenten, in welchen mein Prismenkreis und Ihre Veränderung bei dem Gebrauche desselben nur specielle

Fälle werden. Diese elegante, man darf sagen wahrhaft Bessel'sche Auflösung des Problemes war so viel weiter gegangen als mein Instrument, dass es nöthig wurde, wenigstens mir nöthig erschien, zu dieser Theorie ein neues Instrument zu liefern.

Hier waren, durch die Erfahrungen an dem ersten Kreise belehrt, die Bedingungen andere geworden. Der Kreis sollte in der Handhabung eben so bequem, als die frühern Reflexionskreise werden. Er sollte den Nullpunkt eliminiren und im Uebrigen alles was der erste Kreis leisten — Messungen aller Winkel und Elimination der constanten Fehler.

Diess ist erzielt worden dadurch, dass jedes der beiden Bilder eine doppelte Reflexion erleidet, indem das Fernrohr gegen die im Centrum des Kreises befindlichen Prismen seitlich gestellt ist, und dadurch gestattet, neben dem Kopfe vorbei auf Gegenstände einzustellen, welche die entgegengesetzte Lage des in der Verlängerung der optischen Axe des Fernrohrs befindlichen ersten Objectes haben. Hiemit ist also erzielt, dass man direct nach dem einen Objecte visire, und dass man das Bild des andern, welches auch immer seine Lage seyn mag, zugleich in Coincidenz bringen kann. Zur Elimination des Nullpunktes und des Einflusses der Winkelungleichheit der Prismen wird der Kreis, oder wenn Sie lieber wollen, das Fernrohr zwischen zwei zusammengehörigen Beobachtungen umgelegt, um eine Axe, welche mit der directen Gesichtslinie einen Winkel von 45° bildet. Das kleine Prisma hat sich also hierbei um die Normale seiner Reflexionsfläche um 180° gedreht. Es steht daher, wie es die Bessel'sche Theorie verlangt, in der 1ten und 2ten Beobachtung symmetrisch

gegen die Gesichtslinie. Das grosse mit dem Kreis fest verbundene Prisma durchläuft nun, um die 2te Coincidenz zu bewirken, den wirklichen Naturwinkel. Hemmung und feine Einstellung sind in das Centrum der Kreisaxe verlegt. Ebenso sind die nöthigen Vorrichtungen zu Beobachtungen der Sonne und zur Abänderung der relativen Helligkeiten angebracht.

Dieses Instrument hat nach meiner Meinung nur einen Fehler, den, dass es zu theuer kömmt. Aber dieser Fehler ist in den Augen Vieler ein sehr grosser. Ohne jedoch untersuchen zu wollen, ob diess mit Recht geschehe, wenn es sich blos um eine bestimmte Leistung handelt, werde ich bei dieser Gelegenheit noch einen 3ten Prismenkreis angeben, der auch in letzter Beziehung entsprechen wird. Dass aber mit wenigen Mitteln auch wenig erreicht werden könne, ist wohl nicht schwer zu begreifen. Ich habe daher von Leistung nur das Wesentlichste festgehalten.

Das Glasprisma ist ein gleichseitiges. Dieses steht im Centrum einer Alhidade, die sich in einem mit Handgriff versehenen Kreise dreht. Der Handgriff liegt in der Ebene des Kreises als Verlängerung eines Radiuses, und trägt auf dem Metallstücke, was ihn mit dem Kreise fest verbindet, einen Planspiegel. Dieser bildet mit der Axe des Handgriffes einen constanten Winkel von 45° und kann in der Neigung corrigirt werden. Die Gesichtslinie des Auges, ohne Fernrohr nach dem Spiegel gerichtet, schneidet die Axe des Handgriffes rechtwinklig. Man erkennt nun in dem Spiegel zwei Reflexionsbilder des Glasprismas, welche, so lange sie auf der dem Auge des Beobachters nächsten Hälfte des Spiegels liegen, zu Winkeln gehören, welche kleiner als 120° sind. Diese

Winkel misst der Nonius I. Die Bilder auf der andern Hälfte des Spiegels gehören zu Winkeln, welche grösser als 120° sind, und sie werden gemessen durch den Nonius II. Da aber das Prisma sehr nahe gleichseitig und symmetrisch ist, so gibt es immer für jeden Winkel 3 Lagen des Prisma, welche die Coincidenz zweier Objecte möglich machen, und folglich auch 3 Angaben des Kreises für diesen Winkelwerth, die um Grössen von einander differiren, von der Ordnung der Winkelungleichheit, des Glasprismas. Das arithmetische Mittel, aus diesen 3 Angaben, von der Collimation des Nullpunktes befreit, entspricht dem Naturwinkel. Da hier kein Fernrohr angebracht ist, so müsste das Auge durch Hinwegsehen über die obere Grenze des Spiegels diejenige Lage suchen, in welcher es zugleich directes Licht von dem einen Gegenstande und doppelt gespiegeltes von dem andern empfängt. Dieses wäre aber bei Beobachtungen im Dunkeln nicht wohl ausführbar. Desshalb ist an der Belegung des Planspiegels ein mit dem Kreise paralleler nur eine Linie breiter Streifen abgenommen. Dadurch treten von selbst beide Bilder hervor, und das Aufsuchen so wie das Einstellen bietet nicht die geringste Schwierigkeit; selbst wenn es so dunkel ist, dass man die Grenzen des Spiegels nicht wahrnehmen kann.

Aus obiger Beschreibung ist zu ersehen, dass dieser kleine Kreis für einmalige Beobachtung nur eine Genauigkeit geben könne, welcher die Schärfe des Sehens mit freiem Auge entspricht. Da er aber die constanten Fehler eliminirt, alle Winkel bis zu 180° misst, sehr leicht zu handhaben ist, und wohlfeil zu stehen kömmt, so wird er doch in vielen Fällen geeignete Anwendung finden.

Ueberhaupt scheint es nützlich, die Messungsmittel zu vervielfältigen für verschiedene mittlere Fehlergrenzen der einzelnen Beobachtung. Denn je grösser dieser Grenzwerth angenommen wird, desto einfacher sind auch die Mittel. Man kann dann, wenn eine Wahl in diesen gegeben ist, nach Bedarf darüber disponiren.

PHOTOMETER.

Das Instrument zur Ermittelung der relativen Helligkeiten der Gestirne, welches ich seiner Zeit der Göttinger Societät der Wissenschaften als Beantwortung ihrer Preisfrage vorgelegt habe, und was im 2ten, resp. XIII. Bande unserer Denkschriften beschrieben ist, hat seitdem eine Umgestaltung erlitten, die zwar nichts an dem Princip ändert, wohl aber dessen Handhabung und Anwendung sehr erleichtert. Da dieses Instrument unter meiner Leitung für die Sternwarte in Wien seitdem ausgeführt wurde, und vielleicht in dieser Form mehr Beobachter finden dürfte, als in der frühern, so mag es mir gestattet seyn, diese hier in Kürze anzugeben.

Die Axe des Rohres liegt parallel zur Weltaxe. In dieser Richtung bewegen sich die Schuber, welche die Objectivhälften tragen. Das Auge sieht in constanter Richtung nach dem Südpol. Jede Objectivhälfte erhält Licht durch doppelte Spiegelung. Die einen Spiegel bilden mit der Weltaxe einen Winkel von 45°. Die gegenübergestellten denselben Winkel mit einer zur Gesichtslinie senkrechten Axe, und sind um diese drehbar. So kann jeder Punkt der Hemisphäre im Gesichtsfelde mit jedem andern Punkte

derselben in Coincidenz gebracht und durch Drehung des Instrumentes um die optische — also Weltaxe — darin erhalten werden.

TECHNIK.

Man hat sich bisher von Seite der Wissenschaft, wie es technische Interesse galt, meist auf das hohe Pferd gesetzt und unter der Würde der stolzen Schwester des Apollo erachtet, für die Zwecke des Lebens in knechtischen Dienst zu treten. Ich glaube mit Unrecht, nachdem das, was in der angeführten Phrase liegt, durch richtige Bezeichnung erst übersetzt ist. Wenn das, was der Mensch durch seine Intelligenz der Natur abkämpft und dadurch, ich möchte sagen, ein anderes Wesen wird, weil er mehr vermag als er früher vermochte, mit den wegwerfenden Namen materielle Interesse bezeichnet wird, so scheint mir die Auffassung unserer Natur dabei zu spirituel. Es will mir im Gegentheil bedünken, als müsse aus der geistigen Thätigkeit, ausser dem Wissen, noch Etwas folgen, was uns reicher an dem was wir vermögen mache. Der Gedanke scheint mir so lange noch auf einer Entwicklungsstufe, bis er eine Existenz, einen Körper, gewonnen hat.

Denn was wäre die Weltgeschichte ohne die Geschichte der menschlichen Erfindungen? Wir lebten noch in den Eichwäldern von der rohen Frucht der Erde mit den feindlichen Elementen kämpfend, und hätten sicherlich wenig Zeit und Lust zum Philosophiren. Die materiellen Interessen heben, heisst die Welt reicher machen. Mehr Eindrücke in dieselbe Zeit bringen, heisst das Leben verlängern. Dahin

strebt auch unverkennbar unsere Zeit. Wenn wir den Ozean mit Dampfeskraft in 12 Tagen durchrudern, wozu sonst Monate nöthig waren, wenn wir mit der Geschwindigkeit des Windes auf Eisenbahnen die Vögel im Fluge überholen, wenn uns das Licht selbst Abbildungen liefert, die getreuer sind, als sie die geübteste Menschenhand hervorbringen kann; wenn uns die galvanischen Kräfte Metallgüsse bilden, ja, wie ich gezeigt habe, unsere feinsten optischen Instrumente copiren; wenn diese Kräfte unsere Gedanken in einem Nu hunderte von Stunden weit tragen, so dass die grössten Entfernungen für das geistige Band der Mittheilungen verschwunden sind: so ist die Menschheit reicher geworden, als sie vor diesem war. Was gibt Europa die Herrschaft der Welt? was verschafft England den Sieg über China, jenes Volk, so alt als die Weltgeschichte? Die materielle Gewalt, die materiellen Hülfsmittel, die uns zu Gebote stehen, jenen fehlen.

Ich glaube daher, man muss von Seite der Wissenschaft die technischen Richtungen nicht verachten, ich glaube, man soll sie als den Körper betrachten, den der Gedanke gewonnen hat. Aus diesem Gesichtspunkte steht sich Technik und Wissenschaft nicht mehr entgegen. Letztere findet die Möglichkeit, Erstere findet die Mittel sie zu verwirklichen; aber nicht einmal diess ohne Wechselwirkung. Denn jede Sache, die besteht, ist eine Kette von Erfindungen. Das erste Glied der Kette ist der Grundgedanke, aber in dieses müssen viele andere greifen, um zum festen Ganzen zu werden.

So mag es denn auch hier in den für wissenschaftliche Mittheilung bestimmten Räumen gestattet

seyn, Gegenstände der Technik zu besprechen. Hoffentlich gelingt es uns, das Band ihrer Wechselwirkung hervorzuheben und, wenn auch in weniger wichtigen Dingen als sie unsere Zeit schon aufzuzählen hat, nachzuweisen, wie der Gedanke allmählig zur Sache wird.

Sie erinnern sich, dass ich Ihnen im Jahrbuche für 1839 eine Anwendung der galvanischen Kräfte zum Telegraphiren mitgetheilt habe. Ich werde nun heute eine andere Benützung dieser Kräfte geben, welche ebenfalls auf ihre ungemein grosse Geschwindigkeit der Fortpflanzung basirt ist.

GALVANISCHE UHREN.

Warum hat man in grossen Städten viele Uhren? doch offenbar nur desshalb, um überall die Zeit zu sehen. Wenn nun aber diese Uhren verschieden gehen, so ist doch sicherlich der Zweck verfehlt. Denn jede Uhr zeigt eine andere Zeit, und wir wissen folglich gar nicht, welches die richtige sey. Nun strebt zwar die genaue Uhrmacherei seit langer Zeit darnach, übereinstimmenden Gang der verschiedenen Uhren herbeizuführen. Aber trotz alles Aufwandes an Zeit und Mitteln hat sich dieses Ziel nicht erreichen lassen. Denn nicht einmal die genauesten astronomischen Uhren gehen längere Zeit hindurch völlig übereinstimmend. Diess kann auch nicht wohl erwartet werden von so complicirten Mechanismen als die Uhren sind, wenn sie ganz unabhängig von einander gehen.

Im Grunde käme es nur darauf an, die Zeitangaben Einer Uhr beliebig oft zu vervielfältigen;

ich möchte sagen Spiegelbilder dieser einen Uhr da wo man will anzubringen; aber kein Mechanismus unter den bekannten pflanzet die Bewegung so schnell fort, dass in demselben Augenblicke, in welchem der Zeiger dieser Einen Uhr von einer Minute zur nächsten springt, diess auch bei sehr entfernten Werken erfolgte. Wir werden sehen, wie sich diess durch eine eigenthümliche Verwendung der galvanischen Kräfte erreichen lässt.

Ich setze voraus, dass man die Wirkungsart der galvanischen Kräfte im Allgemeinen kenne, dass man wisse, wie durch den Schliessungsdraht eines galvanischen Elementes in dem Augenblick der Strom wirke, in dem der Draht die beiden Pole dieses Elementes verbindet, und dass die Wirkung wieder aufhört, wie diese Verbindung unterbrochen wird.

Ich setze voraus, dass man wisse, wie jedes weiche Eisen, welches von einem Theile dieses Drahtes umwunden ist, zum Magnet umgestaltet werde, und wie diese magnetische Eigenschaft des Eisens auch wieder verschwindet, sobald der galvanische Strom nicht mehr durch den Schliessungsdraht hindurch geht. Wenn man diese Thatsachen kennt, so ist es leicht, ihnen eine solche Anordnung zu geben, dass dadurch der beabsichtigte Zweck erreicht wird. Denn überall, wo dieser Schliessungsdraht hingeleitet wird, kann ein Eisen eingeschaltet werden, was bald Magnet ist, bald nicht, also eine mechanische Kraft ausübt gegen anderes Eisen in seiner Nähe. Ich sage mechanische Kraft, denn jeder Magnet zieht Eisen an und ertheilt diesem folglich, wenn es die Umstände gestatten, eine Bewegung. Diese Bewegung nun kann aber benützt werden, um andere auf einen

bestimmten Zweck gerichtete Bewegungen hervorzubringen. So sehen wir also wie überall, wo der Schliessungsdraht des galvanischen Elementes hingeleitet wird, Bewegungen in ein und demselben Zeitmomente hervorgebracht werden können. Diese Bewegungen aber sind natürlich auch ausreichend, um den Zeiger einer hiezu construirten Uhr um ein gewisses Maas vorzurücken.

Wir wollen jetzt annehmen, dieser Schliessungsdraht gehe von dem Zinkende der galvanischen Batterie nach einer Pendeluhr, deren Gang und Zeitangaben vervielfältiget werden sollen. Hier sey dieser Draht unterbrochen und führe jetzt überall hin, wo man eine Wiederholung der Zeitangabe verlangt. An jeder dieser Stellen befinde sich ein Zifferblatt mit Zeigerwerk. Es sey aber ferner die Einrichtung getroffen, dass durch einen Hacken, welcher in das Rad des Minutenzeigers greift, letzterer um eine Minute verstellt werde, wie das weiche Eisen oder der sogenannte Electro-Magnet die aufgelegte kleine Eisenplatte anzieht. Dieser Schliessungsdraht kehre, nachdem er in ununterbrochener Linie so viele Electro-Magnete umwunden habe, als Uhren verlangt werden, wieder zurück nach dem Kupferpole der galvanischen Batterie.

In dieser Lage geht nun kein galvanischer Strom durch die benannte Schliessungskette, weil sie, wie wir angeführt haben, unterbrochen ist in der Uhr, deren Angaben wiederholt werden sollen. Denken wir uns aber nun, es sey in dieser Uhr eine Vorrichtung angebracht, welche, etwa nach jeder Minute, den Schliessungsdraht nur einen Augenblick verbinde, so wird in diesem Augenblicke der galvanische Strom

den ganzen Schliessungsdraht durchlaufen, und alle umwundenen weichen Eisen in Magnete verwandeln. Die Folge wird also seyn, dass alle diese Magnete ihre Anker anziehen, und durch diese Bewegung sämmtliche Zeiger der Zifferblätter um eine Minute vorrücken. In dem Augenblick also, in welchem die wirkliche Uhr die Drahtkette verbunden hat, springen alle Zeiger der Uhrblätter um eine Minute vor. Wir haben aber erwähnt, dass die Verbindung der Schliessungskette durch die Uhr nur einen Augenblick dauere. Alle Magnete lassen also gleich wie sie das Vorrücken bewirkt haben, ihren Anker wieder los, bis in der nächsten Minute ein zweiter ähnlicher Vorgang stattfindet u. s. w.

Auf solche Weise haben wir also gesehen, wie sich der Gang von einer Uhr beliebig oft vervielfältigen lasse. Denn der Schliessungsdraht, der die galvanischen Uhrblätter mit einander verbindet, kann viele tausend Fuss lang seyn, und wird doch in einem unmessbar kleinen Zeitmomente von der galvanischen Kraft durchströmt. Diese galvanischen Zifferblätter könnten also in allen Etagen und in allen Zimmern des grössten Gebäudes angebracht seyn, und würden immer conform mit der einen Pendeluhr, die ihren Gang bedingt, zeigen. Würde die Pendeluhr einmal gerichtet, so würde sie von selbst auch die galvanischen Zifferblätter nachstellen. Diese zeigen also immer was die Pendeluhr angibt, ohne je aufgezogen oder gerichtet zu werden. Man hat also im eigentlichen Sinne des Wortes eben so viele Spiegelbilder als galvanische Zifferblätter vorhanden sind, von der einen Pendeluhr erzeugt. Die Anlage der Drahtleitung bietet auch keine Schwierigkeit, denn der Draht

kann in Spalten des Fussbodens oder in all' denjenigen Krümmungen fortgeführt werden, welche ihn der Sichtbarkeit möglichst entziehen. Er kann auch eingemauert werden, ohne an seiner leitenden Eigenschaft im Geringsten zu verlieren.

Diess ist die eine Art von Anwendung der galvanischen Kräfte zur Vervielfältigung der Zeitangaben. Man kann diese aber auch benützen, um den Gang vieler gewöhnlichen Uhren in Uebereinstimmung zu erhalten. Letztere Anwendung gibt noch den besondern Vortheil, dass wenn auch durch irgend einen Zufall die Regulirung einmal ausbleiben sollte, die Uhren nur so lange nicht gerichtet werden. Bei der 1ten Einrichtung aber hängen alle Zifferblätter von der einen Pendeluhr ab; bleibt diese stehen, so stehen natürlich auch die andern. Es verhält sich hiemit gerade so, wie mit den öffentlichen Anstalten, die einem ganzen Stadtviertel Beleuchtung oder Wasser zuführen. Fehlt an den Hauptleitungen irgend etwas, so trifft es alle betheiligten Punkte. Dieser Mangel liegt in der Natur solcher Anstalten. Galvanische Uhren, welche nur durch Eine Uhr bewegt werden, theilen denselben mit ihnen. Da aber viele Einrichtungen der Art dessen ungeachtet doch bestehen, so liegt auch für die galvanischen Uhren darin kein grösseres Hinderniss. Indessen scheint die 2te Art der Anwendung, gerade weil sie frei ist von diesem Mangel, weit praktischer und leichter durchzuführen. Ich werde hier unter den vielen Möglichkeiten, welche die Lösung dieser Aufgabe bietet, nur die Eine herausheben, die bereits auf Befehl Sr. Majestät des Königs in einem königlichen Erziehungs-Institut dahier ausgeführt wurde.

Hier ist die Aufgabe, Uhren mit gewöhnlichen Zeiger-, und Schlagwerken in übereinstimmendem Gange zu erhalten. Aber bei bürgerlichem Zwecke des Zeitmaases ist es nicht nöthig diese Uebereinstimmung auf die kleinsten Zeittheile auszudehnen. Wäre letzteres gefordert, so müsste man den Electromagnet unmittelbar auf die Pendel der Uhren einwirken lassen, so, dass alle Schwingungen aller Uhren gleich würden. Hier aber, wie gesagt, genügt es, wenn nach einiger Zeit die Uebereinstimmung wieder hergestellt wird, d. h. es genügt sämmtliche Uhren nach einer gewissen Zeit, etwa nach einer Stunde, durch die electromagnetische Kraft wieder übereinstimmend zu richten. Dieses Richten ist bei den benannten Uhren auf folgende Weise erzielt worden: An dem Zeigerwerk ist ein spiralförmiger Körper angebracht, welcher während des Verlaufes einer Stunde allmählig ein Gewicht, was an einem Hebel wirkt, aufhebt, in der grössten Höhe aber mit einer Vorrichtung nach Art der Stecher bei Scheibenstutzen einschlagen macht und festhält. Im weitern Verlaufe dieser Spirale kömmt nun ein radialer Durchschnitt, in welchem der erwähnte aufgehobene Hebel an einer Stelle genau passt. Dieser Durchschnitt ist nach oben erweitert. Kömmt nun der Moment, wo durch die Normaluhr das Reguliren oder Richten dieser Uhren stattfinden soll, so wirkt die Vorlage oder der Anker des kleinen schon erwähnten Electromagneten mittelst eines Hebels auf den Stecher, löset diesen aus, und bewirkt dadurch, dass der Arm mit Gegengewicht abfällt. Der Abfall trifft aber in den radialen Einschnitt des spiralförmigen Körpers. War nun die Uhr während der letztverflossenen

Stunde etwas vorgegangen oder zurückgeblieben, so wird diess ausgeglichen durch den Abfall des Hebels, indem er nur in Einer Lage den radialen Durchschnitt in der Spirale passiren kann, er schiebt also die Spirale und damit das Zeigerwerk, vor oder zurück, auf denselben Punkt bei allen Uhren. Da nun aber während einer Stunde gehörig regulirte Uhren nur sehr wenig fehlen, so hat die Vorrichtung jedesmal auch nur wenig zu verbessern. Aber selbst wenn durch irgend einen Zufall die Regulirung einen ganzen Tag ausbleiben sollte, etwa weil die galvanische Batterie nicht mehr wirkte, so beträgt doch das was die Uhren auseinander kommen können höchstens ± 2 Minuten. Der Einschnitt in der Spirale ist aber nach oben so breit, dass ± 3 Minuten im vorkommenden Falle noch corrigirt werden. Es ist somit erzielt, dass alle Uhren, welche die beschriebene Einrichtung haben und in Verbindung gebracht sind, mit der Drahtleitung oder dem Schliessungsdraht der galvanischen Batterie stets übereinstimmend gehen, und in demselben Augenblicke schlagen.

Eine ganz ähnliche Einrichtung lässt sich auch bei den verschiedenen Thurmuhren einer Stadt anbringen, und damit erzielen, dass sie ganz gleichförmig gehen und gleichzeitig schlagen. Es ist ausreichend, als Leitungskette einen dreifach zusammengewundenen Kupferdraht anzuwenden, der von Thurm zu Thurm durch die Luft gespannt wird. Sind die Distanzen der Thürme höchstens 1200 Schuh, so bedarf man keines weiteren Zwischenstützpunktes, und die Leitung widersteht allem Ungemach der Stürme und des Wetters. Die beiden Enden dieses Leitungsdrahtes werden mit grossen beliebig dünnen

Kupferblechen fest verbunden, und die Bleche werden bis in das Horizontalwasser in den Erdboden eingegraben. So ersetzt das Erdreich die 2te Hälfte des Drahtes, der zum zurückkehrenden Schliessungsbogen nöthig gewesen wäre. Als Electromotor reichen 6 Elemente einer Daniell'schen Zink-Kupfer-Vitriol-Batterie aus. Nach 3 bis 4 Wochen wird neue Kupfervitriol-Auflösung zugegossen, und man tauscht die schadhaft gewordenen Zinkbleche gegen neue aus. Beobachtet man, dass hierbei blos Zink consumirt wird, dass sich dagegen das Kupfer aus dem Kupfervitriol metallisch in der Batterie ausscheidet, so ist die Auslage für eine solche Batterie in einem Jahr nur höchst unbedeutend. Diese Vorrichtnng ist daher für Thurmuhren weit zweckmässiger, als wenn man darauf ausginge, durch möglichst vollkommene Uhren die Gleichförmigkeit des Ganges zu erzielen.

Wir haben in der obigen Mittheilung einen derjenigen Fälle kennen gelernt, wo durch Hereinziehen der Ergebnisse der Wissenschaft in die Anforderungen des Lebens, letzteren auf eine vollständigere Weise, Genüge geleistet wird. Die Technik bietet aber noch interessantere Aufgaben. Wenn aus ihren Fortschritten Schutz gegen die Gefahren der Einzelnen hervorgeht, wenn sie im Stande ist, eingewurzelten Vorurtheilen und Missbräuchen entgegen zu treten, indem sie neue Mittel bietet, Uebervortheilungen zu erkennen, die sich bisher dem strengen Nachweis entzogen hatten; so ist ihr Zweck ein moralischer geworden, und folglich ein höherer, als wenn sie nur die Behaglichkeit oder Bequemlichkeit des Lebens gefördert hätte. Ich werde auch in dieser Sphäre einige Beiträge geben.

PYROSKOP.

Gegen die verheerende Gewalt der Flammen ist in der Regel nur das Zusammenwirken vieler Menschen erfolgreich. Es ist einer jener Fälle, die uns recht deutlich zeigen, wie wenig wir für uns allein vermögen, wie nur die vereinten menschlichen Kräfte, und diese nicht immer, im Stande sind, den Kampf mit den empörten Naturelementen einzugehen. Die Gewalt der entfesselten Flammen kann mit dem Schwerte der Vorsehung verglichen werden, was zur Einigkeit, zur wechselseitigen Hülfe, im drohenden Schwunge mahnt. Darum ist wohl auch die Hülfe für den Einzelnen, so weit die Bildung reicht, von den Regierungen übernommen. Die moralische Person des Staates schützt jedes ihrer Glieder. Sie schützt es nach besten Kräften. Aber gerade desshalb muss ihr daran gelegen seyn, die Schutzmittel möglichst zu vervollständigen und möglichst sicher in der Anwendung zu machen. Aus diesem Gesichtspunkte der Milde und der Hülfe für jedes ihrer Glieder sind daher wohl auch die Feuerwachten zu betrachten, die von hohen Punkten aus den ganzen Umkreis mit sorgsamem Auge überwachen, um schnell und sicher die Hülfsanstalten dem entfernten Bedrängten zuwenden zu können. Aber die Nacht erschwert oft die Bestimmung des gefährdeten Ortes, und daher die vielen Versuche nach sichern Mitteln, welche dieses leisten. Die Aufgabe scheint in der That sehr leicht, aus einer bestimmten Richtung den gewissen Ort zu erkennen. Sie ist ja in andern Anwendungen in der Messkunst, in der Astronomie auf das Vollständigste

gelöset. Aber hier hat sie mit einer Schwierigkeit ganz eigener Natur zu kämpfen, mit der Schwierigkeit, dass die Feuerwächter in der Regel einer sehr geringen Bildungsstufe angehören, und folglich mit den Mitteln der Messkunst, die uns die Lage des bedrohten Ortes kennen lehren soll, nicht leicht vertraut zu machen sind. Soll daher diese Schwierigkeit gehoben werden, so muss die Aufgabe durch so einfache Mittel zu lösen seyn, dass sie Jeder anwenden kann. Hier ist also einer der Fälle gegeben, wo sich die Auflösung nicht nur nach der Natur des Problems, sondern zugleich nach der subjectiven Capacität des Beobachters zu richten hat.

In diesem Sinne habe ich, aufgefordert von unserer Regierung, die Aufgabe zu lösen gesucht, und werde, da der Erfolg der wirklichen Ausführung dem Zwecke ganz entsprach, diese hier näher angeben, hoffend, dass auch anderweitig Gebrauch davon gemacht werden könne.

Nach dem Gesagten muss alles Messen, ich möchte sagen, jede Operation ausgeschlossen werden, durch welche sich erst der betheiligte Ort bestimmt. Das Richten eines Fernrohres ist bei Nacht und unter den oft gegebenen Umständen eine viel zu schwierige Operation, als dass sie beibehalten werden könnte. Der blosse Blick in der Richtung des Feuers muss, wie bei Tag, dem, welcher die Gegend kennt, auch bei Nacht den betreffenden Ort bezeichnen. Diess wird im Allgemeinen nur dadurch möglich, dass man das Bild der Umgebung auf die Natur selbst projizirt. Denn dieses Bild kann, nachdem im Dunkeln die Feuerstätte erkannt und bezeichnet ist, dann später durch künstliches Licht sichtbar gemacht werden,

und gibt folglich, wie die Betrachtung der Natur selbst, dann die bezeichnete Stelle an. So allgemein aufgefasst, sind noch immer vielerlei Lösungen möglich, je nachdem durch andere Mittel diese Projection des Bildes auf die Natur erzielt wird. Eine solche elegante und im Erfolg ganz überraschende Lösung wird erhalten durch Anwendung der bekannten *Camera lucida* von Wollaston. Bringt man diese nämlich in solche Lage, dass sich die auf der Ebene des Tisches befindliche Hand als durchsichtiges Bild projizirt auf die Gegend, so kann die Hand mit einem Zeichnungsstift allen in der Gegend gesehenen Contouren nachrücken, und folglich eine Zeichnung der Gegend auf der Ebene des Tisches entwerfen, welche genau auf die Gegend selbst passt, und durch die *Camera lucida* gleichzeitig auf der Gegend gesehen wird. Man denke sich nun das Bild der Gegend in solcher Weise gezeichnet und die *Camera lucida* unverrückt in derselben Lage, in welcher die Zeichnung gemacht wurde, so ist man durch diese Vorrichtung auch bei Nacht im Stande, jeden eingezeichneten Punkt seiner Richtung nach in der Wirklichkeit anzugeben. Gesetzt nun, es sey Nacht und man erkenne blos in der Ferne ein Feuer, so wird dieses auch noch sichtbar seyn, indem man mit dem Auge in ungeänderter Richtung über die *Camera lucida* hinweg darauf visirt. Aber nun werde das auf der Ebene des Tisches befindliche Bild allmählig erleuchtet, so empfängt das Auge Licht von dem Feuer und zugleich von der Zeichnung der Gegend. Es sieht folglich die Flamme in der jetzt erleuchteten Abbildung der Gegend brennen und kann daher die Stelle, wo dieses stattfindet,

genau angeben. Trifft man nun die Einrichtung so, dass die Beleuchtung der Zeichnung nur von der Handhabung eines Schubers abhängt, so ist damit erzielt, dass, wenn der Beobachter erst das Feuer in der dunkeln Nacht erkannt hat, er durch Bewegung dieses Schubers auch die Gegend scheinbar beleuchten kann. Es kömmt ihm also vor, als könne er mit dem Schuber nach Willkühr die Sonne wieder heraufheben, bis ausser dem Feuer alle Details in der Umgebung zugleich sichtbar sind.

Diese Einrichtung entspricht natürlich dem Zwecke, weil man damit gewisser Massen im Stande ist, aus Nacht wieder Tag zu machen und folglich, wie bei Tag, auch den betreffenden Ort angeben kann. Allein die Vorrichtung ist in der Herstellung kostbar, besonders durch das Panorama, wenn es in Oelfarben ausgeführt, alle sichtbaren Details enthält; zum Theil aber auch durch den Apparat, der noch mancherlei, ausser dem Prisma, bedarf, um die Parallaxe zwischen Bild und Gegend aufzuheben, um für Kurz- und Weitsichtige gleich wirksam zu seyn und um das Panorama vollständig und gleichförmig zu erleuchten, ohne damit das Auge des Beobachters zu stören. Alle diese Rücksichten und eine genaue Angabe der Vorrichtung findet man beschrieben in dem 3ten Bande, Abth. 3, unserer Denkschriften. Ich kann daher in Weiterem auf diese Abhandlung verweisen.

Indessen lässt sich auch ohne diese Hülfsmittel die Aufgabe auf eine höchst einfache Weise lösen, welche Auflösung noch den besondern Vortheil bietet, dass ihre Herstellung mit sehr geringen Geldmitteln zu erzielen ist.

Man denke sich, dass dem Auge circa im Abstande von 12″ von einer Fensterscheibe eine unveränderliche Stellung gegeben werde, etwa durch einen festen Arm, welcher eine Platte trägt, in deren Mitte blos eine kleine runde Oeffnung angebracht ist, so erscheint die Gegend gewisser Massen als feststehende Zeichnung auf der Fensterscheibe. Denn man kann mit einem Stift oder mit einer Feder allen Umrissen der Gegend auf der Fensterscheibe nachfahren. Wenn nun die erwähnte Oeffnung in der Platte nur $^1/_3$ Par. Linie Durchmesser hat, so bemerkt man kein Schwanken mehr zwischen der auf die Fensterscheibe gehaltenen Spitze und zwischen der betreffenden Stelle der Gegend, man mag mit dem Auge hin und her gehen wie man will; d. h. wenn die Einsicht enge genug ist, so hört auch ohne jede Zwischenlinse die Parallaxe auf zwischen der Gegend und zwischen der Glasfläche der Fensterscheibe, auf welche sie folglich mit jeder gewünschten Genauigkeit gezeichnet werden kann.

Hat man in solcher Weise, etwa mit schwarzer Oelfarbe, die Gegend gezeichnet, wo also nach dem Gesagten die Zeichnung, durch die Einsicht betrachtet, genau mit dem Bilde der Natur zusammenfällt, so kann diese Vorrichtung ebenso wie die früher beschriebene dazu benützt werden, um des Nachts die Lage eines Brandes zu bestimmen. Denn so lange die Zeichnung auf der Glasscheibe nicht erleuchtet ist, sieht man durch die Einsicht hindurch Nachts nur das Feuer. Aber auf diesen Punkt auf der Glasscheibe kann ein Zeiger, oder noch einfacher, eine befeuchtete Papierspitze durch Ankleben gerichtet werden. Bringt man jetzt ein Licht herbei u

schiebt, um die Zeichnung auf der Glasfläche deutlicher unterscheiden zu können, aussen vor der Fensterscheibe eine weisse matte Fläche vor, etwa einen weiss lakirten Fensterladen von Blech, der zugleich die Scheibe von aussen schützt, so erkennt man nun in der Zeichnung die Stelle ganz genau, auf welche die aufgeklebte Papierspitze hinweiset. An dem entsprechenden Puncte in der Natur ist also das Feuer. Man sieht also, ob es in eine Ortschaft trifft, und in welche, wenn in der Zeichnung noch die Namen der sichtbaren Orte eingeschrieben sind, oder aber man erkennt, dass das Feuer nur auf das Feld oder überhaupt auf keine Wohnstätte trifft.

Wollte man der Zeichnung eine sehr grosse Dauerhaftigkeit geben, so müsste sie entweder mit einer Demantspitze eingeschnitten oder aber mit Glasfarben aufgetragen und dann eingebrannt werden. Einer Zeichnung der 1ten Art scheint jedoch der Vorzug zu gebühren, weil nach der 2ten Art leicht die Striche zu breit werden, und dann sogar kleine sehr entfernte Feuer ganz verdecken könnte. Indessen ist auch hiefür ein einfaches Gegenmittel gegeben. Man hat nur nöthig, eine Einsicht mit grösserer Oeffnung anzuwenden. Wenn auch dabei Parallaxe entsteht, so ist man doch über die Lage des Punktes durchaus nicht zweifelhaft, weil die Verschiebung der Gegend gegen die Zeichnung nach allen Richtungen gleich gross sind. Eine grössere Einsicht ist sogar jedesmal nothwendig, wenn das Feuer, dessen Lage ermittelt werden soll, sehr schwach ist. Denn in diesem Falle entzöge die enge Blendung dem Auge so viel Licht, dass es das Feuer nicht mehr erkennen würde. Es müssen daher immer einige Einsichten

von verschiedenem Durchmesser vorräthig seyn, um diejenige wählen und einsetzen zu können, die für den gegebenen Fall am besten passt.

Auch eine solche Einrichtung ist dahier auf dem nördlichen Frauenthurme auf Befehl der Regierung ausgeführt worden, und entspricht ihrem Zwecke vollkommen. Die geringen Mittel, welche zu ihrer Herstellung erforderlich sind, lassen hoffen, dass sie bald allgemeinen Eingang in allen grössern Orten, wo Feuerlöschanstalten sind, finden werde.

OPTISCHE PROBE.

Wenn gesetzliche Verordnungen die Quantität Malzes feststellen, welche zu einer bestimmten Menge Bieres verwendet werden muss, so liegt darin die grösste Aehnlichkeit mit den gesetzlichen Verfügungen, die Ueberwachung der übrigen Lebensmittel betreffend. So wie das Brod des Bäckers ein gewisses Gewicht haben muss, so soll auch in der Maas Bier eine gesetzlich bestimmte Menge von Malz enthalten seyn. Mit dieser Verordnung ist nicht gesagt, dass jedes Bier, welches diese Menge Malz enthält, auch schon entsprechend sey, sondern es muss das Urtheil einer Commission von Sachverständigen vorliegen, welche über die Bonität oder die Qualität des Bieres entscheidet. Nach den in Bayern geltenden Gesetzen über den Biersatz ist daher die qualitative Prüfung mit vollem Rechte dem Geschmacke der Sachverständigen anheimgestellt; allein die Prüfung, ob auch die quantitativen Verhältnisse nach Vorschrift der Verordnung eingehalten seyen, ist in so ferne unvollständig, als es bisher an hinreichend einfachen

und sichern Methoden fehlte, sich von der Richtigkeit des Befundes zu überzeugen. Denn die sogenannten Bierwagen — Areometer, welche das specifische Gewicht der Flüssigkeit für eine bestimmte Temperatur angeben — sind für Biere ganz unstatthaft, weil alle Biere Weingeist und Zucker zugleich enthalten; Zucker ist jedoch specifisch schwerer, Weingeist aber specifisch leichter als Wasser. Man sieht daher, dass eine beliebig grosse Quantität von diesen Stoffen in dem Biere enthalten seyn könnte, und dennoch wäre es möglich, dass das specifische Gewicht des Gemenges gleich wäre dem des Wassers. In diesem Falle müsste so viel Zucker in der Auflösung seyn, als zur Compensirung des leichteren Alkohols erforderlich wäre. Hier wäre also zwar das Verhältniss zwischen Zucker und Alkohol bekannt, nicht aber ihre absoluten Quantitäten. Dieses Verhältniss zwischen Zucker und Alkohol ist aber verschieden für jede Biersorte, und daher kann das Areometer oder die Senkwaage für sich allein nichts Bestimmtes über den aus dem Malze hervorgegangenen Gehalt der Biere an Zucker und Alkohol lehren.

Diesen Mangel eines hinreichend sichern und dabei noch einfachen Mittels sich von dem Malzgehalte der Biere Kenntniss zu verschaffen, hat unsere Regierung bereits schon lange gefühlt, und in mehrfacher Aufforderung, geeignete Mittel herzustellen, ausgesprochen. Eine solche Aufforderung hat Hofrath Fuchs zur Auffindung seiner halimetrischen Bierprobe veranlasst, und in der That leistet diese, was die Genauigkeit betrifft, alles was für den technischen Zweck gewünscht werden kann. Auch ist sie im Verhältniss zu den frühern Methoden

der quantitativen Untersuchung der Biere ungemein viel einfacher und weniger Zeit erfordernd. Dennoch lässt sie in letzter Beziehung noch manches zu wünschen übrig, indem sie einen geübten Experimentator, vielerlei Apparate und zur Untersuchung wenigstens 2 Stunden Zeit erfordert.

Diess hat mich veranlasst nachzudenken, ob sich nicht dasselbe auf einem ganz verschiedenen Weg durch so einfache Beobachtungsmittel erreichen liesse, dass sie von Jedem, der eine Zahl ablesen kann, in wenigen Zeitminuten ausführbar würde. Der Erfolg hat die Möglichkeit bewiesen. Meine Abhandhandlung „über quantitative Analyse durch physikalische Beobachtungen," gedruckt in dem 3ten Bande, Abth. III, unserer Denkschriften, liefert die Belege dazu. Ich werde daher hier nur so viel anführen, als zur allgemeinen Verständniss erforderlich scheint.

Der Weg, welcher zu diesem Ziele führte, bildet eine neue allgemeinere Areometrie. Bis jetzt lehrt uns diese nur die quantitativen Verhältnisse einer Verbindung aus zweierlei Stoffen, z. B. Zucker und Wasser, Alkohol und Wasser, Schwefelsäure und Wasser u. s. f. kennen. Wenn aber ein dritter Körper in einer solchen Auflösung vorhanden ist, so konnte das quantitative Verhältniss der ternären Verbindung im Allgemeinen nur durch chemische Ausscheidung des einen Bestandtheils bestimmt werden. Ich habe nun Mittel gefunden, die relativen Mengen auch ohne chemische Ausscheidung zu bestimmen. Dieses Mittel besteht in der Zuziehung der Beobachtung einer zweiten physikalischen Eigenschaft, welche quantitativ verschieden seyn muss für die zu trennenden Stoffe. Gesetzt, die eine physikalische

Eigenschaft sey die specifische Schwere, die andere physikalische Eigenschaft das Lichtbrechungsvermögen. Aber so wie fast alle Körper im specifischen Gewichte untereinander verschieden sind, ebenso sind sie es auch in Bezug auf Lichtbrechungsvermögen. Diese Eigenschaften gehen auch noch in irgend einer Art der Abhängigkeit mit über auf Gemenge von ihnen. Man sieht daher, dass, wenn das Verhalten der Gemenge nach diesen Eigenschaften beobachtet ist, sich aus diesen Beobachtungen durch Rechnung zurückschliessen lässt auf die Menge der componirenden Theile. Denn wenn man die relativen Gewichtsprocente von zweierlei in Wasser löslichen Stoffen ermitteln soll, so bilden diese 2 unbekannte Grössen. Die Beobachtung der 2 physikalischen Eigenschaften hat aber zwei Gleichungen geliefert, aus welchen diese folglich bestimmt werden können, wenn die übrigen Coefficienten dieser Gleichungen gegeben sind. Die Coefficienten erhält man aber indem Gemenge aus den betreffenden Stoffen nach bekannten Procent-Verhältnissen gebildet und beobachtet werden. Auf solche Weise kann für Verbindungen aus 3 Stoffen eine Tafel gebildet werden, deren beide Argumente die Angaben der Instrumente sind, an welchen die physikalischen Eigenschaften beobachtet wurden, und diese Tafel gibt dann umgekehrt wieder die Procent-Verhältnisse der componirenden Theile, wie die Beobachtungen an den Gemengen gegeben sind. Kehren wir jetzt zur Anwendung dieser Methode auf Biere zurück, deren Zucker- und Alkoholgehalt ermittelt werden soll, so sieht man, dass sich auch für dieses Gemenge eine Tabelle bilden lässt, die die Procent-Verhältnisse des Zuckers und des Alkohols in Theilen

des Gemenges gibt, wenn an dem Gemenge, d. i. an dem Biere, die beiden physikalischen Eigenschaften, specifische Schwere und Strahlenbrechung, beobachtet sind. Wir haben also jetzt die Bestimmung des Zucker- und Alkoholgehaltes zurückgeführt auf die Beobachtung der genannten zwei Eigenschaften. Es ist daher nun Aufgabe, diese Beobachtungen auf so einfache Form zurückzuführen, dass sie Jeder, der eine Scala ablesen kann, im Stande ist anzustellen. Die specifische Schwere wird durch die gläserne Senkspindel sehr leicht ermittelt. Wir haben also nur noch ein Instrument anzugeben, durch welches es ebenso leicht wird, die lichtbrechende Eigenschaft verschiedener Flüssigkeiten zu beobachten. Dieses Instrument ist mein optischer Gehaltmesser. Seine nähere Beschreibung unter dem Titel „Steinheils Gehaltmesser und dessen Anwendung als Bierprobe“ ist in eigener Abhandlung vom Jahre 1842 gedruckt. Wir werden hier das Instrument nur im Allgemeinen angeben. Es besteht in einem cylindrischen Gefäss, was durch 3 eingesetzte Plangläser zwei Flüssigkeits-Prismen bildet, welche gleiche aber entgegengesetzt liegende Brechungswinkel haben. In das eine dieser prismatischen Gefässe kömmt destillirtes Wasser, in das andere, das zu untersuchende Bier. Durch diese mit Flüssigkeit angefüllten Prismen sieht man mit einem Mikroskop hindurch, nach einem Metallfaden, der als Gegenstand zum Einstellen dient, für die im Ocular des Mikroskopes feststehenden Kreuzfäden. Die Verstellung des Metallfadens wird bewirkt durch eine Mikrometerschraube, deren Kopf am Umfange mit Theilung versehen ist. Nun wird an dieser Schraube gedreht, bis das Bild des Metallfadens

genau halbirt erscheint durch das Kreuz der Ocularfäden. Diejenige Zahl, welche dann vom Index der Schraubentheilung bezeichnet ist, gibt unmittelbar den Malzgehalt des zu untersuchenden Bieres nach optischen Einheiten gemessen an. Aber da gleichschwer Zucker $2\frac{1}{4}$mal stärker das Licht bricht, als Alkohol, so ist die Angabe *c. p.* um so grösser, je weniger von dem ursprünglichen Zuckergehalte bei dem Gährungsprozesse des Bieres in Weingeist und Kohlensäure umgewandelt wurde. Zur Ermittelung des in die Würze übergegangenen Malzzuckers nach Gewichtsprocenten ist daher noch, wie schon ausführlich erörtert wurde, die Angabe einer Senkspindel erforderlich, deren Scala ich nach Gewichtsprocenten von Zucker bestimmt habe.

Die Ermittelung des Zucker- und Alkoholgehaltes nach dieser Methode erfordert also blos, dass man von dem zu untersuchenden Biere in die optische Probe giesse und deren Angabe notire, dann aber an dem Areometer beobachte, bis zu welchem Striche es einsinkt. Aus diesen 2 Angaben findet man dann durch die beigefügte Tabelle unmittelbar die Gewichtsprocente an Zucker und an Alkohol, welche es enthält. Bedenkt man aber, dass sich der Alkohol bei der Gährung bildet aus dem Zuckergehalte, indem nämlich ein Theil Zucker $\frac{1}{2}$ Theil Alkohol und $\frac{1}{2}$ Theil Kohlensäure wird, so findet man die ursprünglich in der Würze enthaltene Quantität Malzzucker aus der Untersuchung des Bieres, wenn der doppelte Alkoholgehalt zu dem noch vorhandenen Zuckergehalte addirt wird. Man ist also hiedurch im Stande, die Biere in Bezug auf das bei ihrer Bereitung verwendete Quantum von Malz untereinander und selbst

mit der gesetzlichen Verordnung hierüber zu vergleichen.

Allein in vielen Fällen ist eine so vollständige Untersuchung gar nicht einmal nöthig. Wenn es sich z. B. nur darum handelt, Verdünnungen bekannter Biere durch Wasser der Menge nach zu bestimmen, so reicht die optische Probe für sich allein schon aus. Diese Anwendung scheint aber für das Publikum gerade die wichtigste zu seyn, weil damit die Bierwirthe unter Controle gestellt werden können, dass sie das Bier so abgeben, wie sie es von den Bräuern beziehen. Dass eine solche Controle wirklich noth thue, hat sich bei Gelegenheit der Untersuchung der hiesigen Schenkbiere herausgestellt. Denn fast alle Wirthe giessen auf den Eimer Bier 2 bis 10 Maas Wasser zu. Diese ungesetzliche Uebervortheilung, die namentlich den gemeinen Mann trifft, dem das Bier ein wesentlicher Theil seiner Nahrung ist, kann jetzt durch Anwendung dieses leichten und sichern Prüfungsmittels Einhalt gethan werden. Möge es in Wirklichkeit recht bald erfolgen.

WEINGEIST-PROBE.

Es sey mir gestattet, wegen der nahen Verwandtschaft des Gegenstandes, hier noch einiger Einrichtungen zu erwähnen, welche ich, bei Gelegenheit der Einführung einer allgemein gültigen Normal-Branntweinwaage für Bayern (allerhöchste Verordnung vom 16. August 1842) zu treffen veranlasst war.

Schon des Zollverbandes wegen und um eine Gleichförmigkeit hierin mit Preussen zu erzielen, war es nöthig, die Tralles'sche Senkspindel zur

Ermittelung der Volumenprocente absolut wasserfreien Alkohols bei der Temperatur 12,4 R. in einer gegebenen Weingeistsorte einzuführen. Die gesetzliche Bestimmung eines sichern und allein gültigen Prüfungsmittels zur Erhebung des wahren Alkoholgehaltes der Weingeiste bei Kauf und Verkauf erschien daher um so nöthiger, als man sich bisher unter dem Namen Beaumé'scher und Richter'scher Scalen, willkührlicher Instrumente bediente, deren Grade auf Bestellung grösser oder kleiner gemacht wurden, je nach Bedarf.

Die gründliche Arbeit von Tralles schliesst alle Unsicherheit über die Quantität absoluten Alkohols in der Volumeneinheit Weingeist in so enge Grenzen, dass eine grössere Genauigkeit für den vorliegenden Zweck kein Interesse mehr hätte. Seine Reductionstafeln geben $^1/_{10}$ Procent sicher, wenn durch Interpolation gehörig Rücksicht auf die Temperatur des Versuches genommen wird. Sie geben die Quantität Alkohols von 12,4° R. für die beiden Fälle in Volumenprocenten, wo bei der Temperatur des Versuches und wo bei der Temperatur von 12,4° R. die Ausmessung des Weingeistes zu geschehen hat. Sie geben diese Quantität je nachdem man sich der Senkwaagen mit Gewichten bedient, in scheinbar specifischem Gewichte, oder durch Senkspindeln von Glas oder Messing, nach Volumenprocenten. Um alle Zweideutigkeiten zu entfernen, welche aus irriger Auffassung oder Anwendung dieser verschiedenen Methoden auf den concreten Fall hervorgehen könnten, schien es mir erforderlich bei ein und demselben Messinstrumente und bei Einer Art der Gehaltsbestimmung zu bleiben, und zwar bei der für jeden Fall geeigneten,

wo man bei irgend einer Temperatur die Probe vornimmt und zugleich die Ausmessung besorgt. Durch die Angabe der Tafel wird also das Volumen des absoluten Alkohols bestimmt, welches er bei 12,4° einnehmen würde. Aber die Interpolation, welche die von Tralles gegebene Tafel voraussetzt, und die Fahrenheit'sche Temperaturscala scheinen hier, wo man auch ganz ungebildete Beobachter voraussetzen muss, nicht wohl annehmbar. Statt der Fahrenheit'schen Scala werde daher die landesübliche Réaumur'sche substituirt; um aber aller Rechnung bei der Reduction wegen Temperatur zu überheben, blieb die Wahl blos zwischen 2 gegebenen Möglichkeiten. Entweder musste man der Reductionstafel eine so grosse Ausdehnung geben, wie Gay-Lussac in Frankreich that, oder sie musste durch geometrische Construction gebildet werden. Letzteres schien sogar zweckmässiger wegen der grossen Anschaulichkeit, die solchen Constructionen eigen ist. Es wurden daher die Ergebnisse der Tralles'schen Untersuchungen in ein System von Curven gebracht, deren Abscissen die Temperaturen des Versuches, deren Ordinaten aber der Alkoholgehalt bilden. Dieses System von Curven ist in dem Sinne der Temperaturscalen verstellbar gegen eine dritte nach gleichen Theilen vorschreitende Scala für die Angaben der Senkspindel, welche daher das 2te Argument der Tafel bildet. Durch diese Schubtafel ist man folglich jeder Rechnung bei Ermittelung des Alkohols überhoben, indem blos das Curvensystem bis zu dem Punkte der Temperaturscala herausgezogen wird, welches das Thermometer des Areometers bei Untersuchung des Weingeistes zeigte. Dann führt die Linie oder Curve, welche dem

abgelesenen Einsenkpunkt des Areometers entspricht, auf die Zahl, die den absoluten Alkoholgehalt bei 12,4° R. angibt.

Auf diese Weise ist die Reduction, die bisher immer in Praxi eine Schwierigkeit gebildet hat, auf so einfache Form zurückgeführt, dass sie von Jedem vorgenommen werden kann, ja sogar Jedem anschaulich ist. Eine grössere Schwierigkeit blieb aber noch zu überwinden, nämlich die Herstellung vieler ganz übereinstimmend zeigender Senkspindeln. Könnte man vollkommen cylindrische Glasröhren von gleichem Durchmesser erhalten, so wäre nichts leichter. Allein solche sind nicht herzustellen, und man muss daher Methoden anwenden, welche die Scala sowohl für den ganzen Umfang, als für jeden einzelnen Grad, der Glasröhre gemäss geben. — Obschon nun auf mancherlei Weise diese Aufgabe gelöset werden kann, so glaube ich doch die nachfolgende Methode als neu und einfacher denn alle mir bekannten, bezeichnen zu können, wesshalb ich sie hier näher angeben werde.

Auf 2 senkrechte, etwa im Abstande von 10 Zoll gezogenen Parallelen trage man die durch Rechnung gegebene Scala für cylindrische Senkröhre in verschiedenem Maasstabe auf, so zwar, dass der ganze Umfang dieser beiden Scalen alle herzustellenden Areometerscalen einschliesst. Man verbinde nun von Grad zu Grad die beiden Scalen durch ein divergentes System von geraden Linien.

Sollte nun mit Hülfe dieses Netzes die Scala für irgend ein Areometer mit cylindrischer Röhre entworfen werden, so würde sie sich ergeben aus dem Durchschnitt dieses divergenten Liniensystems mit

einer Parallele der ursprünglichen Scalen. Zwei Beobachtungen, etwa durch Einsenken in Wasser und dem Gehalte nach genau bekannten Weingeist, durch die eben erwähnte Tabelle, auf die Normal-Temperatur reduzirt, wären ausreichend, um die absolute Grösse der Scala, also den Abstand der Durchschnittslinie von ihrem grössten und kleinsten Grenzwerthe zu bestimmen. Man würde also wie bisher das Areometer mit einer provisorischen Scala nach gleichen Theilen versehen, die beiden Einsenkpunkte notiren und nun, nachdem die Scala herausgenommen ist, neben diese Punkte, die auf die Normal-Temparatur reduzirten Alkohol-Gehalte schreiben; jetzt aber die provisorische Scala auf dem Netze parallel mit den Grenz-Scalen bewegen, bis die beiden Punkte den beigeschriebenen Werthen in dem Netze entsprechen. In dieser Lage giebt dann das Netz alle übrigen Grade der zu entwerfenden Scala an. Gesetzt aber, die Röhre wäre conisch und es hätte sich diess ergeben durch eine dritte Beobachtung in genau bekanntem Weingeiste, dessen Gehalt zwischen den ersten beiden Beobachtungen liegt; ich sage, es hätte sich diess ergeben dadurch, dass der mittlere dritte Punkt nicht übereinstimmt mit dem entsprechenden Durchschnitte des Liniensystems, so kann jetzt eine Uebereinstimmung dieser drei Punkte dadurch erzielt werden, dass die provisorische Scala, anstatt wie bisher parallel mit den Endscalen zu liegen, abweichend vom Parallelismus gedreht wird, bis die drei Punkte zusammentreffen mit den entsprechenden Werthen des Netzes. In dieser schrägen Lage der provisorischen Scala wird daher den drei Beobachtungen ganz scharf Genüge geleistet durch die Durchschnittspunkte des

Netzes, welches zugleich auch alle Zwischengrade angibt. Um die Uebereinstimmung der drei Punkte mit den entsprechenden Werthen des Netzes zu erzielen, wird die Neigung der Hülfs-Scala links oder rechts ausfallen, je nachdem der dickere Theil des Conus der Glasröhre oben oder unten am Areometer trifft.

Es ist jedoch nicht gesagt, dass die Glasröhre conisch seyn müsse. Sie kann auch eine Form haben, welche wesentlich hievon abweicht. Sollen aber demgemäss die Zwischengrade der Scala entworfen werden, so sind noch mehr Beobachtungen erforderlich. Man muss also das Areometer, mit provisorischer Scala versehen, noch in eine vierte, fünfte etc. bekannte Weingeistsorte versenken, und alle diese Punkte wie die früher erwähnten behandeln. Dann ergibt sich die definitive Scala des Areometers aus den verschiedenen Lagen der provisorischen Scala auf dem Netze, indem man von Coincidenz zu Coincidenz der bestimmten Punkte mit den entsprechenden Werthen des Netzes übergeht.

In solcher Art kann eine beliebig grosse Annäherung der Scala an die durch die Form der Glasröhre verlangten Werthe erzielt werden. Und die Methode leistet auf geometrischem Wege dasselbe, was die Bessel'sche Methode für die Calibrirung der Thermometer-Röhren durch Rechnung giebt. Es hat sich dadurch eine Uebereinstimmung in den einzelnen Instrumenten untereinander erzielen lassen, die ihre Grenze in anderweitigen Einwirkungen (Aenderung des Barometerstandes nach dem Zuschmelzen — Abwischen mit Leinwand oder Papier) findet und nicht mehr als einige 10tel eines Procentgrades beträgt.

Schliesslich kann noch bemerkt werden, dass auch unrichtige Alkohol-Spindeln durch die Reductions-Tafel corrigirt werden können, wenn man statt der nach gleichen Theilen fortschreitenden Scala für die Angabe des Areometers, durch die Beobachtung in bekannten Weingeistsorten, diejenige Scala sucht und einträgt, welche den wirklichen Alkohol-Gehalten entspricht.

Ich habe diesen Gegenstand so ausführlich erörtert, damit man auch anderwärts die Methoden ausführen könne, welche dahier das gewünschte Ziel erreichen liessen.

Bis jetzt haben wir gerade die Hälfte der notirten Gegenstände hier näher besprochen und schon ist ein ganzes Opus daraus erwachsen. Da aber auch die Geduld des Geduldigsten zu ermüden ist und ich dieses keinesfalls zu thun beabsichtige, so bleibt nur übrig, hiermit abzubrechen und den Rest der Mittheilungen andern Zeiten vorzubehalten. Mögen die eben gegebenen darin Entschuldigung finden, dass die angeführten Gegenstände sämmtlich bereits ausgeführt sind und daher, im Verhältniss zu den gewöhnlichen Mittheilungen, die der Ausführung meist vorangehen, wenigstens nicht zu früh zur Oeffentlichkeit gelangen.

UEBER DAS LICHT.

VORWORT.

Ich werde mir erlauben, in diesem Vorwort diejenigen Ansichten zu prüfen, welche aufgestellt worden sind, um die Erscheinungen zu erklären, von denen der folgende Aufsatz handelt. Man wird dann hoffentlich meinen Behauptungen beipflichten, nach welchen diese Ansichten nicht im Stande seyen, die Folgerungen anzutasten, welche ich aus den von mir beobachteten Thatsachen gezogen habe. Ihren Urhebern wäre das ohne Zweifel selbst nicht entgangen, wenn sie sich näher mit dem Detail der Phänomene bekannt gemacht hätten, statt aus einigen wenigen derselben Stoff zu abweichenden Theorieen zu entnehmen.

Im Allgemeinen scheint es mir, als wenn von mancher Seite her ein stärkeres Vorurtheil gegen die beiden Lichtarten, deren Existenz ich nachgewiesen habe, gegen das unsichtbare und latente Licht obwalte, als sich würde rechtfertigen lassen. Man hat ohne Widerrede das Recht Beweise zu fordern, die man strenge nennen kann; aber man hat kein Recht, bei dem Stande der Wissenschaft nicht, präoccupirt dagegen

zu seyn. Denn was das unsichtbare Licht betrifft — welches man auch das eigenthümliche Licht der Körper nennen könnte — so ist es gewiss, dass ein grosser Theil der Körper durch die Erhöhung der Temperatur leuchtend wird, und es ist wahrscheinlich und behauptet worden, dass sie Alle dieses Zustandes fähig seyen. Das heisst denn doch, ein grosser Theil der Körper oder alle, werden durch die Wärme in einen Zustand gebracht, dass sie eigenthümlich Licht aussenden, wie das Auge es wahrzunehmen vermag. Sollte es nun nicht unglaublicher erscheinen, dass die Wärme hier sprungweise wirke, und plötzlich bei einer bestimmten Temperatur eine neue Kraft in den Körpern, das Licht, erzeuge; als dass diess gradatim geschehe, dass diese Wärme nur die Intensität und die Farbe des den Körpern eigenthümlichen Lichts nach und nach so steigere, bis unser Auge dasselbe als Licht wahrnimmt? Meine Versuche beweisen das, wie ich bald näher angeben werde; sie zeigen in der That jenes eigenthümliche Licht mit der Temperatur nach und nach bis zu dem Grade gesteigert, wo es im Stande ist, unser Auge zu erregen.

Sobald man daher nur die falsche Meinung aufgiebt, als wenn das menschliche Auge jede Art Licht wahrzunehmen vermöchte — eine Meinung, die man nicht weiter aufrecht erhalten kann, die lange vor meinen Versuchen von den gründlichsten Forschern bezweifelt worden ist — dann füllt die nachgewiesene Existenz von unsichtbarem Licht vielmehr eine Lücke aus, als dass sie der Wissenschaft so ganz unerwartet kommen sollte.

Nicht anders steht es mit der zweiten Lichtart,

dem latenten oder gebundenen Licht. Es giebt bekanntlich bei der Kraft der Wärme einen Zustand des Gebundenseyns, d. h. es giebt eine Wärme, die wir für vorhanden annehmen, obgleich wir sie nicht empfinden, nicht beobachten, die aber dann zum Vorschein kömmt, wenn ein Dampf in den flüssigen Zustand, oder ein flüssiger Körper in den Zustand des Festen übergeht. Nun lässt es sich nicht in Abrede stellen, dass wenn man auch Licht und Wärme für verschiedene Kräfte erachten muss, sie sich nichtsdestoweniger in vieler Beziehung sehr ähnlich verhalten, so namentlich in der Art ihrer Fortpflanzung, ihrer Bewegung. Wenn das Licht sich nach der jetzigen Ansicht der Wissenschaft wellenförmig verbreitet, so muss man dieselbe Art der Verbreitung auch für die Wärme annehmen, und dann ist nicht abzusehen, wie bei der einen Kraft, der Wärme, ein Zustand des Gebundenseyns vorkommen könne, und nicht auch bei der andern Kraft, dem Licht. Wollte man sagen, dass man sich bei gebundenem oder latentem Licht keine bestimmte Vorstellung zu machen wisse, so ist die Antwort darauf, dass diese Vorstellung gerade so bestimmt oder unbestimmt, gerade so verständlich oder unverständlich sey als die von gebundener Wärme. Man hat die letztere dadurch plausibel zu machen gesucht, dass man einen Begriff von Wärmemenge einführte, und nun hinzufügte, beim Verdampfen z. B. verschlucke der Dampf eine gewisse Wärmemenge, und gebe sie wieder frei, wenn er in die tropfbar flüssige Form zurücktritt. Allein das sind doch im Grunde nur verhüllende Worte und jedenfalls der Einsicht nicht zugänglicher, als wenn man mit Bezug auf den latenten Zustand des Lichts sagt: „Wenn

eine Flüssigkeit von einer Oberfläche verdampft, so geräth die Oberfläche in einen Zustand, als wenn Licht von einer bestimmten Brechbarkeit darauf wirkte; wenn umgekehrt der Dampf von der Oberfläche eines Körpers condensirt wird, so geräth sie in einen Zustand, als wenn Licht von irgend einer andern Brechbarkeit darauf gewirkt hätte." Der Unterschied wäre der, dass wir bei der gebundenen Wärme deren Menge, und bei dem gebundenen Licht dessen Brechbarkeit oder Farbe in Betracht ziehen, und dieser Unterschied zieht sich durch beide Sphären überall hindurch, und tritt also hier nicht zum ersten Male auf.

Wenn man die dem Licht so ähnlichen Verhältnisse der Wärme erwägt, so füllt daher das latente Licht ebenfalls viel eher eine Lücke aus, als dass man sagen könnte, es sey etwas ganz Unerwartetes.

Man wird hierbei meine Absicht nicht verkennen; ich will auf diesem Wege die Existenz der beiden Lichtarten nicht beweisen, so wenig als dieser Weg derjenige gewesen ist, auf welchem sie gefunden werden konnten. Die vorangehende Betrachtung hat hauptsächlich den Zweck, darauf hinzuführen, dass es nöthiger seye, sich mit den von mir mitgetheilten Thatsachen bekannt zu machen, als sich von unbestimmten Vorurtheilen dagegen leiten zu lassen.

Diess vorausgeschickt, werde ich nunmehr die Ansichten zu widerlegen suchen, durch welche man die im folgenden Aufsatz besprochenen Erscheinungen hat erklären wollen.

1) Man schreibt die Wirkungen des Lichts nicht dem Lichte zu, sondern auf Rechnung eigenthümlicher Strahlen, die von den leuchtenden Körpern, also auch von der Sonne ausgehen sollen, und die man schon

früher chemische * Strahlen, im Gegensatz zu den leuchtenden, nannte. Nur demjenigen, welcher zugesteht, dass man eine neue Art von Strahlen, oder was dasselbe ist, eine neue Kraft nicht annehmen dürfe, ohne durch hinlängliche Gründe dazu gewissermassen gezwungen zu seyn, ist diese Ansicht von chemischen Strahlen leicht widerlegt. Denn es giebt keinen erheblichen Grund, welcher dazu zwänge. Allerdings ist ihre Annahme nicht aus der Luft gegriffen; einen eigentlichen Grund hatte man jedoch dafür nicht, wie man sogleich sehen wird.

Man lasse einen Sonnenstrahl durch ein Prisma von Glas gehen, so erhält man bekanntlich hinter dem Prisma das Newton'sche Spectrum, welches die dem Auge sichtbaren Farben umfasst, und folgende Anordnung der Farben zeigt:

roth
orange
gelb
grün
blau
violett.

Unter diesen Farben stellt sich die gelbe dem Auge als die hellste dar, und die violette als dunkelste. Bringt man jedoch Jodsilber oder Chlorsilber in diesen Cyclus farbiger Strahlen, so wird dasselbe nicht von den gelben am stärksten affizirt, sondern von

* Herr Draper in New-York nennt sie tithonische Strahlen, und da er sehr geneigt ist, Entdeckungen in Anspruch zu nehmen, an welchen er keinen Theil hat, so wird er später sich auch die Entdeckung der chemischen Strahlen vindiziren, nachdem er ihren Namen verändert hat.

den blauen und violetten. Hieraus schloss man, dass dasjenige Agens, welches auf das Silbersalz wirkt, nicht dasselbe sey, welches aufs Auge wirke. Es kam noch hinzu, dass Ritter zu Anfang dieses Jahrhunderts die Entdeckung machte, wie das Chlorsilber sogar ausserhalb des Violett, wo das Auge also kein Licht mehr erkennt, noch affizirt, d. h. geschwärzt werde; man folgerte um so sicherer, dass die Silbersalze von einer Kraft erregt würden, und das Auge von einer andern. Ist diese Folgerung aber so nothwendig? Die angeführte Thatsache lehrt denn doch nichts anders, als dass ein Silbersalz und die Nervensubstanz im Auge von verschiedenfarbigen Strahlen verschiedentlich stark affizirt werden, und Unterschiede solcher Art zeigen die Körper auch unter sich, und es bedarf dazu eines Vergleichs mit dem Auge gar nicht. Die Silbersalze werden, wie gesagt, von den blauen und violetten Strahlen, und auch von Strahlen ausserhalb des Violett stark affizirt; andere Stoffe werden dagegen von den Strahlen am rothen Ende des Spectrums am kräftigsten erregt; auf noch andere Stoffe wirken alle Strahlen des Spectrums. Belege hierfür findet man in den ausgedehnten Untersuchungen des Herrn Herschel. Der Vergleich verschiedener Stoffe widerlegt also die Annahme chemischer Strahlen, oder zeigt vielmehr das Unnöthige der Annahme. Es hängt, wie man sieht, von der Natur des Körpers ab, ob diese oder jene Gruppe von farbigen Strahlen den grössten Einfluss auf ihn üben werde. Ja, man braucht, um das Unnöthige der Hypothese von chemischen Strahlen einzusehen, zu anderen Stoffen als dem Jodsilber nicht einmal seine Zuflucht zu nehmen. Man untersuche nur die Wirkung

der verschiedenen Farben auf die Silberverbindung genauer als bis dahin, und man wird eben so sicher der falschen Ansicht los, dass nur die blaue Hälfte des Spectrums von Wirksamkeit sey. Freilich werden die ersten Wirkungen des Lichts auf Jodsilber am kräftigsten von blauen und violetten Strahlen hervorgebracht, ungleich kräftiger als von den übrigen Farben. Diese erste Wirkung besteht darin, dass das gelbe Jodsilber geschwärzt wird. Allein mit diesem Effect hat die Lichtwirkung ihr Ende nicht erreicht; sie geht weiter, das geschwärzte Jodsilber wird wieder farbig, und diese weiteren Effecte werden gerade von den grünen, gelben und rothen Strahlen viel rascher zu Stande gebracht als von den blauen und violetten.

Und wenn man nun endlich das schwankende Fundament erwägt, auf welchem die Folgerung, die wir bekämpfen, gebaut ist. Das Auge erklärt die gelbe Farbe des Spectrums für die hellste, und die Versuche an den Silbersalzen stimmen damit nicht überein! Aber hat diese Erklärung des Auges einen absoluten Werth, einen andern Werth als für uns, die wir seinen Aussagen unterworfen sind? Lässt es sich nicht anderweitig darthun, dass das Auge unfähig sey, ein richtiges Urtheil über Lichtintensitäten zu fällen? Man nehme ein gelbes Glas, halte es gegen den Himmel und so vor dem einen Auge, dass es mit seinem Rande die Pupille theile, das Auge also den Himmel zugleich frei und durch das gefärbte Glas sehe. Der durch das gelbe Glas gesehene Theil des Himmels wird dem Auge viel heller erscheinen, als der frei gesehene. Diess sollte nicht seyn, sondern lehrt die Unfähigkeit des Auges zur

Beurtheilung der Intensität von verschiedenfarbigem Licht auf entschiedene Weise.

Da mir keine anderen Gründe als die angeführten für die Hypothese chemischer Strahlen bekannt sind, und die Versuche, die man über den Durchgang dieser Art Strahlen durch verschiedene Substanzen angestellt hat, nichts Anderes ergeben, so glaube ich das Vorhandenseyn chemischer Strahlen widerlegt zu haben.

2. Man hat angenommen, dass die Wirkung des sichtbaren wie des unsichtbaren Lichts von Wärme herrühre, und dass Licht und Wärme identische Kräfte seyen. Diese Ansicht habe ich in dem folgenden Aufsatz so hinreichend widerlegt, dass ich hierüber nichts weiter zu bemerken habe. Man hat übrigens zu der in Rede stehenden Ansicht keinen anderen Grund, als das Factum, dass die Körper durch Wärme leuchtend werden. Leuchtend jedoch werden sie, wie die neuere Physik bewiesen hat, auch durch die übrigen physikalischen Kräfte. Wenn nach meinen Versuchen die Wärme das eigenthümliche Licht der Körper steigert und das Abbilden derselben befördert, so vermag nach den Versuchen des Herrn Karsten die Maschinenelectricität dasselbe. Die Kräfte der unorganischen Natur wirken überhaupt auf einander, fördernd oder hemmend, und daraus allein kann man noch nicht schliessen, dass je zwei von ihnen in dem Verhältniss der Identität oder der Entgegensetzung stünden.

Nachdem ich versucht habe zwei von den aufgestellten Theorieen zu widerlegen, will ich noch ein einfacheres, leicht zu wiederholendes Experiment angeben, welches dasselbe leistet. Vor vielen anderen Experimenten rathe ich dem Leser, dem wenige

practische Hülfsmittel zu Gebote stehen möchten, gerade zu dem folgenden als einem sehr instructiven, dessen Misslingen ausserdem unmöglich ist. Man polire eine Silberplatte und setze sie dem Joddampf aus, so dass die Platte gelb wird; man erhitze sie hierauf über einer gewöhnlichen Spirituslampe, vielleicht eine Minute lang. Das Jodsilber wird erst dunkler, dann milchweiss. Diese letztere Schicht ist gegen das Licht sehr empfindlich und wird durch dasselbe stahlgrau. Will man hierüber einen zweckmässigen Versuch anstellen, so bringe man die Platte hinter einem ausgeschnittenen Schirm einige wenige Sekunden ins Himmelslicht, und man wird nachher das Bild der Ausschnitte stahlgrau sehen. Vor den Schirm kann man farbige Gläser anbringen, um die Wirkung der verschiedenen Farben in diesem Falle zu studiren, welches dann am Besten in der Sonne geschieht. Hinter jedem Glase wird die weisse Substanz stahlgrau, so dass alle Farben auf dieselbe wirken. Sonach giebt es hier keine vorzugsweise wirksamen Strahlen, wie die blauen und violetten bei dem gewöhnlichen Jodsilber es sind; und wenn die letztere Silberverbindung noch einen scheinbaren Grund für die Hypothese von chemischen Strahlen liefert, so schwindet auch dieser Grund, wenn die Platte vorher erwärmt worden ist. Ausserdem fällt hierbei auch die Voraussetzung von einer Identität des Lichts mit der Wärme; denn die weisse Substanz wird durch das Licht stahlgrau, aber nicht durch die Wärme, man mag sie so lange anwenden als man will.

Es ist hier der Ort, dem Leser ein practisches Beispiel von der Wirkung des latenten Lichts zu geben, namentlich demjenigen, der ein einfaches

Experiment darüber wünscht. Nachdem die jodirte Silberplatte in der Hitze weiss geworden, lasse man sie im Dunklen erkalten, und bringe sie hierauf hinter einem ausgeschnittenen Schirm (der die Platte nicht zu berühren braucht, sondern vielmehr eine Linie davon entfernt seyn kann), über Quecksilber, erhitze dasselbe bis etwa 60° R. und lasse seine Temperatur bis 40° sinken. Nimmt man nun die Platte heraus, so sieht man das Bild der Ausschnitte stahlgrau, also als wenn man Licht durch die Ausschnitte hätte fallen lassen. Es ging jedoch nur Quecksilberdampf hindurch, und schlug sich auf der Platte nieder. Hier hat man eine Wirkung vom latenten Licht, welche in die Augen springt. Wenn nemlich Quecksilberdampf von einer Oberfläche verdichtet wird, so ist es nach meinen anderweitigen Versuchen, als wenn gelbes Licht auf die Platte wirkte. Dieses gelbe Licht macht in unserm Falle das weisse Jodsilber stahlgrau, und zwar so stark, dass das verdichtete Quecksilber, welches an und für sich weiss ist, diese stahlgraue Färbung nicht zu verdecken vermag. Wenn hier der Niederschlag des Quecksilberdampfes eine Wirkung hervorbringt, wie sie dem Licht ganz eigenthümlich ist, so erkennt man Wirkungen derselben Art von demselben Dampfe auch auf das gewöhnliche Jodsilber. Er vermag dasselbe allerdings nicht zu schwärzen; allein das gelbe Licht vermag das auch nur schwer und nach lange dauernder Einwirkung. Hat jedoch blaues oder violettes Licht die Schwärzung bereits angefangen, dann führen die gelben Strahlen des Lichts sie leicht weiter; nicht minder der Quecksilberdampf. Ich habe durch letzteren auf diese Weise solch intensiv schwarzes Jodsilber

erhalten, wie durch kein anderes Mittel. Man sieht nunmehr auch ein, wesshalb die photographischen Bilder so häufig eine graue oder blaue Färbung haben. Der Quecksilberdampf hat dann theilweise geschwärzt, und von dem Verhältniss des geschwärzten Jodsilbers zu der Masse des niedergeschlagenen Quecksilbers hängt der definitive Ton des Bildes ab. Ganz weiss sieht man das Quecksilber nur auf Bildern, welche nicht zu lange der Lichtwirkung ausgesetzt worden waren.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zu den Theorieen zurück, die man mit Bezug auf die Lichtwirkung aufgestellt hat und gelange zu den beiden neuesten und seltsamsten dieser Art. Sie rühren von Herrn Fizeau und von dem berühmten Entdecker der photographischen Bilder, Herrn Daguerre, her.

3. Man hat versucht, das Abbilden zweier Körper in der Finsterniss von Schmutz abzuleiten, womit sie bekleidet seyn sollen, und zwar nach Herrn Fizeau von Schmutz, der sich auf ihnen selbst befindet und von dem einen auf den andern übertragen wird, nach Herrn Daguerre von einem Schlamm, der sich in der Luft befinden soll, von dem Wasserdampf desselben aber aufgelöst wird. Dieser Dampf gehe dann an die Oberflächen der Körper, werde von ihnen verdichtet, verdampfe jedoch wieder und lasse den Schlamm zurück.

So viel ich von der alten scholastischen Physik verstehe, so kam sie auf folgende Hauptpunkte zurück. Man erfand einer Erscheinung wegen, ohne ihren Zusammenhang mit anderen näher zu untersuchen, eine Kraft oder gar einen Stoff, dieser ersten Hypothese wegen erfand man eine zweite, um die zweite zu unterstützen eine dritte u. s. f., wobei es

damals gleichgültig war, ob in der Reihe der Hypothesen sich eine fand, welche empirisch hätte geprüft werden können, oder nicht. Denn man prüfte sie nicht.

Herr Daguerre kocht die Körper in reinem Wasser, angeblich um sie von dem Luftschlamm zu befreien, der auf eine ziemlich unphysikalische Weise an die Körper oder Platten gekommen seyn soll. Solche gekochte Platten, behauptet er, bilden sich bei der gewöhnlichen Temperatur auf einander nicht ab. Wie ist Herr Daguerre zu diesem unrichtigen Resultat gekommen? Ich habe es sorgfältig wiederholt, nicht bloss mit Silberplatten, sondern auch mit Stahlplatten, und gefunden, dass die gekochten Oberflächen sich eben so abbilden wie die ähnlichen nicht gekochten. Ein anderes Argument gegen das unsichtbare Licht hat Herr Daguerre nicht vorgebracht und seine wunderliche Theorie wäre somit thatsächlich widerlegt. Was sonst bei dem Kochen einer Oberfläche auf ihr selbst vorgeht, habe ich den Physikern an einem andern Orte mitgetheilt und nachgewiesen, wie sehr Herr Daguerre sich über einen der interessantesten Prozesse, der eine Oberfläche betreffen kann, getäuscht hat. Noch befremdender ist die Art und Weise, wie Herr Fizeau in dieser Sphäre zu Werke geht. Er beschmutzt die Körper absichtlich und giebt an, dass sich dieser Schmutz einige wenige Male von dem einen auf den andern übertragen lasse, dass dann aber nichts mehr übertragen werde und auch kein Abbilden derselben stattfinde. Beiläufig gesagt, hätte, wenn das richtig ist, Herr Fizeau die Ansicht des Herrn Daguerre vom Luftschlamm widerlegt. Doch Herr Fizeau ist in einem bedeutenden Irrthum, und ich kann aus seinen Angaben nach-

schliessen, dass er niemals einen gehörigen Versuch über das unsichtbare Licht angestellt hat, wie ich gleich nachher weiter ausführen werde. Es ist nicht wahr, dass nachdem ein Körper mehrere Male andere berührt habe, er sich nicht weiter abbilde; er bewirkt diess so oft, als man ihm Gelegenheit dazu darbietet. Nur muss man freilich die Versuche gehörig anzustellen wissen. Silber, Gold, Kupfer und mehrere andere Körper bilden sich wohl ab, allein nicht besonders gut; dagegen sind polirter Stahl, Achat, Zink u. s. w. solche, die sich vortrefflich abbilden. Ich will einen solchen Versuch ausführlicher beschreiben als in dem folgenden Aufsatz geschehen konnte. Man nehme z. B. polirten und an einzelnen Stellen geätzten Stahl und lasse ihn auf eine jodirte Silberplatte in kleiner Entfernung und bei einer Temperatur von 12 bis 14° R. wirken. Schon nach kurzer Zeit erscheint nachgehends ein Bild im Quecksilberdampf; aber es ist sehr schwach. Lässt man den Stahl länger wirken, so wird nachher mehr Quecksilberdampf verdichtet, das Bild also weisser und stärker; er muss jedoch 20 Stunden wirken, ehe das Maximum von Quecksilberdampf verdichtet und das Bild folglich möglichst gut wird. Lässt man den Stahlkörper noch weiter wirken, so geht nachher wiederum weniger Quecksilber an die Platte, gerade wie das beim Licht der Fall ist, wenn es länger als nöthig auf eine jodirte Silberplatte gefallen ist. Liegt der Stahl noch längere Zeit in der Nähe der jodirten Silberplatte, dann erhält man im Quecksilberdampf nachgehends ein sogenanntes negatives Bild, indem da, wo die kräftigste Action stattgefunden, wenig Dampf verdichtet wird und dieser wenige Dampf das Jodsilber schwärzt.

Wenn der abzubildende Körper in grösserer Entfernung von der Platte sich befindet, so werden die Bilder natürlich nicht mehr scharf, und erfordern eine längere Zeit; bei einer Entfernung von zwei Linien ist die richtige Zeit unter den angegebenen Umständen sechs Tage. Man sieht, dass die wissenschaftlichen Versuche dieser Art keine sind, die man in einigen Minuten absolviren wird. Weiss man sie aber gehörig anzustellen, dann kann man sie so oft wiederholen als man will und stets mit demselben Erfolg. Hiermit ist die erste Behauptung des Herrn Fizeau widerlegt.

Eine zweite ist, dass das Abbilden eines Körpers nicht geschieht, wenn man zwischen ihm und der Platte ein Glimmerblatt einschaltet. Diese Angabe ist richtig, nicht allein für Glimmer, sondern auch für Glas, Steinsalz, Bernstein. Allein daraus geht etwas sehr Verschiedenes von dem hervor, was Herr Fizeau daraus schliesst. Weisses Glas und Glimmer sind freilich für die verschiedenen Farben des gewöhnlichen Lichts durchsichtig; daraus jedoch kann man noch nicht schliessen, dass sie es auch für Strahlen einer andern Farbe oder einer andern Brechbarkeit seyen. Denn zu den Erscheinungen der Körperwelt, die bis jetzt vollkommen räthselhaft sind, gehört auch diejenige, nach welcher das Licht durchgelassen oder absorbirt wird. Nicht einmal Vermuthungen gestattet hier die Wissenschaft, und so hat es nichts Befremdendes, wenn man findet, dass Substanzen, welche das gewöhnliche Licht durchlassen, einer anderen Lichtart den Durchgang verweigern. Unsere gefärbten Gläser befinden sich mehr oder minder alle in diesem Falle. Sobald wir uns also mit

Bezug auf die Strahlen verschiedener Brechbarkeit auf einen allgemeineren Standpunkt stellen und auch diejenigen Strahlen hinzunehmen, welche das Auge nicht mehr wahrnimmt, dann lehrt die in Rede stehende Beobachtung nichts anders, als dass weisses Glas oder Glimmer, von diesem allgemeinen Standpunkt aus betrachtet, in der That gefärbte Substanzen seyen. Diess ist schon an und für sich verständlich; im entgegengesetzten Falle kann man sich das vorliegende Sachverhältniss auf folgende Weise noch näher rücken. Man setze voraus, unser Auge vermöchte nur rothe und gelbe Strahlen wahrzunehmen, die blauen u. s. w. aber nicht. Ein orange gefärbtes Glas würde ihm dann die Dienste leisten, denen jetzt das weisse Glas obliegt, und würde für eine vollkommen durchsichtige Substanz gelten. Da nun die blauen Strahlen durch ein orangenes Glas nicht hindurchgehen, so würde unter solchen Umständen den blauen Strahlen der Charakter von Lichtstrahlen abgesprochen werden, sobald man es nicht verstünde, sich über die mangelhaften Empfindungen des Gesichtsorgans zu erheben. Hierzu füge ich noch, dass weisses Glas und Glimmer dem unsichtbaren Licht den Durchgang nicht einmal absolut verweigern. Ich habe schon angeführt, dass die Erwärmung eines Körpers die Intensität seines eigenthümlichen Lichts vermehre und dasselbe zugleich der Brechbarkeit des gewöhnlichen Lichts nähere. Erwärmt man nun einen Körper hinreichend, doch nur so, dass er vom Zustand des Glühens noch weit entfernt sey, dann gehen seine Strahlen sehr gut durch Glimmer, sogar durch mehrere Lagen desselben. Ich habe auf diese Weise das Abbild eines Körpers auf den vier Flächen zweier

Glimmerblättchen und zugleich auf der Silberplatte erhalten, auf welcher der Versuch angestellt wurde. Versuche derselben Art sind Herrn Karsten gelungen, als er Maschinenelectricität zu Hülfe nahm. Hieraus sieht man, dass wenn Herr Fizeau seine Ansicht mit dem Umstand unterstützen wollte, dass bei der gewöhnlichen Temperatur ein Körper sich durch Glas oder Glimmer hindurch nicht abbilde, man ihm diese Stütze nicht angedeihen lassen darf.

Ich dürfte es wohl bei dieser Darlegung des wahren Gehalts der Fizeau'schen Ansicht bewenden lassen; allein ich werde noch ein paar Bemerkungen hinzufügen, ohne mich jedoch auf die feineren Versuche mit dem unsichtbaren Licht einzulassen, von denen fast jeder die Widerlegung so crasser Vorstellungen darbietet. Wie kömmt es doch, dass, wenn ein Körper hinreichend lange in der Nähe einer jodirten Silberplatte gelegen, er sich schon sichtbar abgebildet und das Jodsilber geschwärzt hat? Macht der Schmutz das Jodsilber etwa schwarz gerade wie das sichtbare Licht es thut?

Wenn man eine Stahlplatte polirt und in die Quecksilberdämpfe bringt, so sieht man nachher kein Quecksilber auf der Platte, oder doch so wenig, dass man es nicht wahrzunehmen vermag. Wenn man Herrn Fizeau zugesteht, dass diese Platte mit Schmutz bedeckt sey, so hat dieser Schmutz also die Eigenschaft nicht, den Quecksilberdampf in einer merklichen Quantität zu verdichten. Man lege eine solche Stahlplatte die hinlängliche Zeit in die Nähe einer polirten oder jodirten Silberplatte, die ebenfalls den Quecksilberdampf kaum niederzuschlagen vermag. Da die Stahlplatte sich abbildet, ohne dass sie berühre,

da sie sich abbildet, wenn Flüssigkeiten, Oele u. s. w. dazwischen sich befinden, so wird man anzunehmen haben, dass ihr Schmutz verdampfe, durch die Luft oder die Flüssigkeiten hindurchgehe, und sich auf der Silberplatte ablagere. Wir geben diess Alles zu, da es uns um die Consequenz der Fizeau'schen Ansicht zu thun ist. Jetzt schlägt nun die Silberplatte an den Stellen, wo der Stahl darauf wirkte, den Quecksilberdampf in beträchtlicher Menge nieder, und man erhält ein vollkommen weisses Bild. Wie das? Derselbe Schmutz, der auf der Stahlplatte keinen Quecksilberdampf zu verdichten vermochte, verdichtet ihn in so starkem Grade, wenn er sich auf der Silberplatte befindet? Die Hypothese, die wir zur Führerin nahmen, verlässt sie uns nicht also gerade in dem Augenblick, wo sie uns von Nutzen hätte werden sollen; bleibt sie nicht eben das schuldig, was sie uns erklären sollte?

Es ist, wie gesagt, nicht nöthig, die feineren Versuche mit unsichtbarem Licht hier geltend zu machen; ich will nur noch nachweisen, dass Herr Fizeau auf eine andere Weise experimentiren muss als ich, da mir Erscheinungen, wie er sie angiebt, niemals vorgekommen sind. Zu Anfang meiner Untersuchungen hatte ich die falsche Meinung, dass wenn das unsichtbare Licht ein Bild auf irgend einer Platte entworfen, dieses Bild sich auf eine andere Platte übertragen lassen müsse. Ich liess also einen Körper auf einer Platte sich abbilden und brachte diese Platte einer andern nahe oder mit ihr in Berührung. Sehr zahlreiche Versuche lieferten das durchaus nicht, was ich erwartete. Da die Berührung beider Platten nicht innig genug seyn mochte, so presste ich sie damals

zusammen, liess sie Stunden, Tage und Wochen in dieser Lage; ich wandte hierauf die feinsten Mittel an, ein etwaiges Bild auf der zweiten Platte zu entdecken. Es half nichts; unter keinen Umständen ist es mir gelungen, auch nur die leiseste Spur davon wahrnehmen zu können, so sehr häufig die Versuche auch wiederholt wurden. Herr Fizeau dagegen überträgt das Bild von einer Platte auf die andere mit der grössten Leichtigkeit! Das sind, wie man sieht, nicht die Versuche mehr, die ich beschrieben und bekannt gemacht habe. Diese Versuche lehren nur, dass man unreine Resultate erhält, wenn man unrein arbeitet.

Ich schliesse hier die Beurtheilung der aufgestellten Theorieen, indem ich hoffe, den Leser in den Stand gesetzt zu haben, zwischen ihnen und der meinigen zu entscheiden.

Von dem Licht wusste man bis auf die neueste Zeit, dass die Sonne und die Fixsterne es eigenthümlich besitzen und ausstrahlen, und dass es auf Erden durch Steigerung der Wärme und durch gewisse andere, physikalische und chemische Prozesse zu erlangen sey. Das Licht war dazu da, damit es gesehen werde; es wurde für eine Kraft angesehen, deren Wirkung sich erst in den Augen der Menschen und Thiere äussere. Man musste folglich sagen, dass ein Strahl, der von der Sonne ausgegangen und das Ende seiner Bahn in einem Auge fand, seine Bestimmung erfüllt hätte; die übrigen Strahlen, die irgend wo anders endeten, hatten sie verfehlt.

Nun gab es eine Erscheinung, welche die Strahlen der Sonne ziemlich allgemein hervorbringen: sie verändern die Farben der Körper, sie bleichen. Man muss durch die Bezeichnung „Bleichen“ sich nicht so weit irren lassen, als wenn das Sonnenlicht die Farbe der Körper stets heller mache. Das findet in vielen Fällen statt, und in anderen nicht; es hängt diess von der Natur der Körper ab, und die Silbersalze z. B. werden im Licht dunkler. Dieser so auffallende Prozess der Farbenänderung hat jedoch bis auf den heutigen Tag wenig Aufmerksamkeit erlangt, und keinen Einfluss auf unsere Ansichten über die Bedeutung des Lichts in dem Haushalt der Natur geäussert.

Die Physiker waren überhaupt auf einer andern Seite beschäftigt und zwar da, wo ihr ganzer Scharfsinn in Anspruch genommen wurde. Die Strahlen der Sonne sind, ehe sie ins Auge gelangen, im Allgemeinen mit Körpern in Berührung gewesen; ihre Bahn, ihre Geschwindigkeit, ja gewissermassen ihre Natur ist dadurch verändert worden, und wenn sie nunmehr das Auge treffen, so liefern sie uns jene umfassende Kenntniss der Körperwelt, die uns umgiebt. Diese Strahlen berichten dem Organ gleichsam von der Berührung, in welche sie mit den Körpern getreten, von der Richtung, in welcher diese Körper sich befinden, und von den Hindernissen, die ihnen in den Weg gelegt wurden. Wir finden uns umgeben mit Körpern aller Art, in den verschiedensten Entfernungen, und zwanzig Millionen Meilen von uns liegt die Ursache, die uns für gewöhnlich die breiteste, reichste Art der Anschauung verschafft! Das ist, wie man gestehen muss, ein merkwürdiges

Schauspiel; allein wir werden dabei nicht verweilen, sondern die Rolle erwägen, welche die Physiker inmitten desselben sich erwählt hatten. Damit die Lichtstrahlen uns die Körper offenbaren, müssen diese Körper auf die Lichtstrahlen wirken. Das ist auch der Fall; sie schicken sie durch Spiegelung zurück; sie lassen sie hindurch, nachdem sie deren Richtung verändert; sie verschlucken endlich einen Theil derselben. In einzelnen Fällen wird diese Spiegelung, diese Brechung und diese Verschluckung sehr verwickelter Art, und ihnen sehen wir die Thätigkeit der Physiker fast ausschliesslich zugewandt. Sie haben dort grosse Triumphe gefeiert und die Gesetze der Bewegung des Lichts mit ziemlicher Vollständigkeit enthüllt. Allein das Licht bewegt sich nicht bloss; es geht von gewissen Körpern, den selbstleuchtenden, aus und trifft andere; was an diesen beiden Stationen vorgeht, ist durch die physikalische Untersuchung bis auf die neueste Zeit nicht gefördert worden. Man bemerke, dass wenn der Einfluss der Körper auf das Licht Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung geworden ist, der umgekehrte Einfluss, derjenige, den das Licht auf die Körper ausübt, einer fast gänzlichen Vernachlässigung anheimfiel.

Diess war die Lage der Sache bis auf Hrn. Daguerre. Er zwang das Licht sich auf eine bestimmtere Weise, ausserhalb des Auges, kund zu geben; er stellte die Aufgabe durch dieses Licht Bi
einer Silberplatte zu erhalten, und man w
welchem Erfolg er sie gelöst hat. Wenn
jedem Detail der Anfertigung absehen, s
Daguerre'sches Bild, dass irgend ein

Haus, welches Lichtstrahlen sendet, in einem sehr merklichen Verhältniss zu einer Silberplatte stehe, die man ihm zweckmässig darbietet. Diese Platte erhält den deutlichen Effect von jenen Lichtstrahlen.

Die merkwürdige Entdeckung Daguerre's war dazu geeignet, auf die Wissenschaft einen erheblichen Eindruck zu machen, einen erheblicheren als die uralte Erfahrung von der bleichenden Kraft des Lichts, obgleich sie allgemeinerer Art ist. Denn solche unbestimmte Wirkungen wie die Farbenänderung der Körper, affiziren in der Regel unsern Geist wenig; er muss bestimmter herausgefordert werden, und es bedurfte eben der wunderbaren Schärfe eines Daguerre'schen Bildes, ihn zu erinnern, dass es an der Zeit sey, über das Licht noch auf andere Weise als bis dahin zu forschen. Ein Hinderniss stellte sich der freien Untersuchung entgegen: eine Theorie. Man sagte, wenn das Licht ein Silbersalz schwärzt, viele andere Stoffe entfärbt u. s. w., so sey das offenbar eine c h e m i s c h e Wirkung. Daguerre wendet zu seinen Versuchen eine Verbindung von Silber und Jod an; man setzte voraus, wiewohl ohne allen Grund, dass unter dem Einfluss des Lichts das Jod fortgetrieben würde, während das in fein vertheilten Zustand zurückbleibende Silber schwarz erscheine. Da man es nun aber für unwahrscheinlich erachtete, dass das Licht eine Trennung von chemisch verbundenen Stoffen hervorbringen könne, so erfand man eine ganz neue Art von Strahlen, denen man diese Wirkungen zuwies. Sie sollten mit den Licht- und Wärmestrahlen zugleich von der Sonne ausgehen, sich diesen sehr ähnlich in der Bewegung verhalten, und sowohl das Geschäft des Bleichens versehen, als die Bilder auf

den Silberplatten hervorbringen. Man nennt sie seit langer Zeit chemische Strahlen. Das Licht dagegen erhielt, Dank dieser unbegründeten Hypothese, das alte Privilegium wieder, bloss für die Thierwelt da zu seyn, und so war man glücklich wieder dahin gelangt, die Bestimmung jedes Lichtstrahls für verfehlt zu erachten, der das Ende seiner Bahn in einem Auge nicht gefunden hatte.

Indem ich an die Lösung meiner Aufgabe gehe, über diese engherzigen Vorstellungen von der Natur des Lichts hinwegzuführen, wende ich mich etwas näher an den Daguerre'schen Versuch. Er bildet den etwas engen Pfad, welchen wir zu durchwandern haben, der inzwischen zu der freiesten Aussicht leitet. Daguerre's Vorschrift für die Anfertigung der Bilder ist diese: Die reine Silberplatte setze man den Dämpfen des Jod aus, bis das Silber sich mit ihnen verbunden und eine gelbe Farbe angenommen hat. Auf die so vorbereitete Platte lasse man das Bild einer Linse während einer gewissen Zeit wirken, jedoch nicht so lange, dass das Jodsilber etwa schon geschwärzt werde. Entfernt man die Platte früher, so sieht man also keine Spur einer Lichtwirkung darauf. Allein sie hat stattgefunden; denn bringt man die Silberplatte nunmehr in die Dämpfe von erwärmtem Quecksilber, so entsteht das Bild in der ihm eigenthümlichen Feinheit. Der Quecksilberdampf wird an den Stellen, welche das Licht traf, niederschlagen, das so gewonnene Quecksilber haftet und macht die hellen Parthien des Bildes weiss. Den letzten Theil dieser Prozedur, das Niederschlagen des Quecksilberdampfes, halte ich für eine der schönsten Entdeckungen dieses Jahrhunderts, dem sonst die neuen Thatsachen

gerade nicht karg zugemessen worden sind. Also, wenn Jodsilber an irgend einer Stelle den Einfluss des Lichts erfahren hat, so ist diese Stelle so verändert, dass sie einen Dampf zwingt die Gasgestalt aufzugeben und als flüssiger Körper an ihr zu haften! Das ist mehr und etwas Anderes, als man nach allen bisher bekannten Thatsachen vom Licht hätte erwarten können; es ist zugleich etwas so Eigenthümliches, dass von einem näheren Eingehen in diesen Vorgang weder jetzt noch so bald die Rede seyn dürfte. Ich werde es daher nicht versuchen, sondern bei den Thatsachen bleiben.

Wenn man die Daguerre'sche Entdeckung auf die Art ausspricht, wie es so eben geschehen ist, so fühlt man neben ihrer Merkwürdigkeit das Beschränkte schon in den Worten. Wird etwa die eigenthümliche Wirkung des Lichts auf Jodsilber allein sich beschränken? Hierauf haben mir die Versuche die befriedigende Antwort ertheilt, dass alle untersuchten Körper vom Licht dieselbe Wirkung erfahren. Sie schlagen sämmtlich nachgehends den Quecksilberdampf nieder; das Jodsilber, welches Daguerre anwendet, zeichnet sich bloss durch grössere Empfindlichkeit aus. Es wird ungleich schneller vom Licht affizirt, als die meisten der übrigen Körper, aber nicht anders als sie. Fragen muss man weiter: ist etwa der Dampf des Quecksilbers der einzige, welcher niedergeschlagen wird? Auch hierauf war die Antwort nicht minder befriedigend. Andere Dämpfe haben ebenfalls diese Eigenschaft verdichtet zu werden, vorausgesetzt nur, dass die Lichtwirkung hinreichend lange gedauert habe.

Mit diesen so erweiterten Thatsachen tritt das Licht nunmehr in die Reihe der allgemein wirkenden

physikalischen Kräfte, und ist berechtigt einen hohen Rang unter ihnen zu fordern. Denn in der Oekonomie der Körperwelt giebt es kaum einen Prozess von grösserer Bedeutung als denjenigen, durch welchen der Aggregatzustand einer Substanz, d. h. ihr Erscheinen in der Form des Festen, Flüssigen oder Dampfförmigen bedingt wird. Die Wärme hatte bis jetzt allein das Geschäft, diesen Aggregatzustand zu ändern. Wenn das Wasser sich fest als Eis, oder gasförmig als Wasserdampf oder endlich sich in seiner gewöhnlichen Form zeigte, so appellirte man an die Wärme, den Grund dafür anzugeben. Man sagte, wenn Wasser verdampft, so geschähe das durch ein Hinzutreten von Wärme, und wenn der Dampf wieder zurück in die Form von Nebel tritt, so geschähe das durch ein Entziehen von Wärme. Dieses in der Natur immense Geschäft der Verwandlung des Wassers in Dampf, und umgekehrt, fiel allein ausschliesslich der Wärme zu, und machte sie zu einer der wichtigsten einflussreichsten Kräfte.

Allein diese Ansicht ist in ihrer Ausschliesslichkeit nicht ferner richtig; das Licht vermag ebenfalls den Aggregatzustand zu ändern. Man denke sich eine jodirte Silberplatte, wie sie aus der *camera obscura* kömmt. Sie trägt ein Bild, obgleich nicht das Mindeste davon auf ihr zu sehen ist. Man bringe diese Platte in einen Raum, der Quecksilber in Dampfform enthalte: so wird dieser Dampf an einzelnen Stellen der Platte reducirt, er kann daselbst die Form des Dampfes nicht länger behalten. Es entsteht an dieser Stelle ein Nebel von Quecksilber, welcher haftet und das Bild erzeugt. Somit ist hier durch eine Lichtwirkung, und durch sie allein, der Aggregatzustand eines Dampfes geändert, und man kann also nicht

behaupten, dass eine solche Aenderung nur der Wärme zustehe. Ich habe bereits gesagt, dass der Dampf des Quecksilbers nicht der einzige sey, welcher nach einer stattgefundenen Lichtwirkung niedergeschlagen werde; dass dasselbe unter Umständen für andere Dämpfe gelte. Ja auch der Uebergang flüssiger Körper in die feste Form kann durch Lichtwirkungen bedingt werden, obgleich darüber bis jetzt nur wenige Versuche gemacht worden sind.

Wenn man das Vorangehende erwägt, so hat also das Licht auf dieser Erde noch einen andern Zweck, als bloss für das Sehen zu dienen, und ein leuchtender Strahl hat ihn nicht verfehlt, auch wenn er das Ende seiner Bahn in einem Auge nicht gefunden.

Aber nun von diesem Auge zu sprechen, ist es denn wahrscheinlich, dass das Licht zweierlei Wirkungen haben sollte, die eine auf alle Körper, die andere bloss auf das Auge? Newton hat für die Untersuchung der Natur drei Regeln aufgestellt, von denen die erstere vorschreibt, der Ursachen nicht mehr anzunehmen, als die Erscheinungen nothwendig machten. Denn die Natur, setzt er erläuternd hinzu, treibt mit den Ursachen keinen Luxus. Sollte sie jedoch, kann man fragen, mit den Wirkungen einen Luxus treiben? Das Auge setzt sich aus klaren, durchsichtigen Theilen zusammen, die grösstentheils kugelförmig gekrümmt sind, und die Lichtstrahlen brechen, wie unsere Glaslinsen. Die Strahlen, die von einem Punkt der Aussenwelt das Auge treffen und auseinander fahren, werden von diesem optischen Theil des Organs wiederum zu einem Punkt vereinigt, und da dasselbe für alle Punkte des äusseren Gegenstands geschieht, so entsteht ein Bild desselben im

Innern des Auges. Von der andern Seite dringt aus dem Gehirn ein starker Nerve, verbreitet sich flächenförmig im Auge, nimmt das Bild auf, und leitet es dahin, wo es wahrgenommen wird. Zwei Wissenschaften theilten sich bis jetzt in die Untersuchung des Sehprozesses: die Physik und die Physiologie. Der Physik fiel natürlich der durchsichtige Theil des Organs zu; denn hier liegen ähnliche Aufgaben vor, wie bei den gewöhnlichen Glaslinsen. Auch nahm die Physik ihre Aufgabe gerade so, als wenn es sich dabei um einen optischen Apparat handelte, dessen Vollendung, im üblichen Sinne des Worts, nachzuweisen wäre. Natürlich; wir schleifen Linsen, setzen Instrumente zusammen, wo uns Alles auf die Deutlichkeit und Schärfe der Bilder ankömmt; wir erreichen diesen Zweck mehr oder minder. Im Auge hat nun aber die Natur einen optischen Apparat gebildet. Dieser wird also wahrscheinlich die Vollkommenheit besitzen, die wir anstreben und nur annäherungsweise erreichen. Die Untersuchung der Physiker ist meistens nach dieser Seite gerichtet gewesen, und beinahe vollständig gescheitert. Das Auge ist kein vollkommenes Instrument, in dem Sinne nicht, in welchem wir die Güte eines Fernrohres oder einer *camera obscura* beurtheilen; es ist nicht einmal achromatisch. Es ist nicht vollkommen, und eine Vollkommenheit dieser Art hätte auch gar keinen Werth. Das Bild im Auge hat nicht die Bestimmung absolut scharf zu seyn; es soll vielmehr ins Bewusstseyn treten, d. h. es muss durch Nervenfäden mit dem Gehirn in Verbindung treten. Diese Fäden können sehr dünn seyn, so dünn als man will, nur nicht unendlich dünn; und das müssten sie doch, wenn

wir die einzelnen, mathematischen Punkte eines Bildes sollten percipiren können. Je klarer man diess einsieht, um so mehr muss die physikalische Betrachtung des Auges, in der Art wie sie bis dahin geführt worden, an Interesse verlieren. Wir wollen nun sehen, wie die Physiologie ihren Theil der Aufgabe behandelt hat.

Eine ganz eigenthümliche Betrachtungsweise, glaubte man, hebe überall da an, wo Nervensubstanz ins Spiel komme; denn in der Nervensubstanz sieht man das Specifische, Charakteristische des Lebens. So wie daher das Bild der Aussenwelt auf die flächenförmige Ausbreitung des Nerven angelangt war, nahm man an, dass das Weitere, das Hinübertragen des Bildes ins Bewusstseyn, ein Act der Lebensthätigkeit sey, und in der Sphäre der unbelebten Körper keine Analogie fände. Das Auge schien vor allen übrigen Sinneswerkzeugen das Walten freier Lebensthätigkeit zu postuliren, denn es ist vorzugsweise vor allen übrigen Organen weit entfernt, mit seinen Aussagen sich immer strenge dem gegebenen Aeusserlichen anzuschliessen. Es giebt vielmehr subjektive Gesichtserscheinungen, durch welche das Auge uns Phänomene einredet, die in der Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Im gesunden Zustand seiner Thätigkeit verändert es die vorhandenen Farben, lässt ganz neue hervortreten, zu denen der äussere Grund fehlt, lässt sie hintereinander auftreten, oder abklingen, wie man das nennt. Künstler und Dichter, Leonardo da Vinci und Goethe, haben diese Erscheinungen vielfach untersucht und mit Vorliebe einen Gegenstand behandelt, der, wie es schien, von den strengen Regeln der unbelebten Natur sich befreiete. Unter diesen

Umständen blieb für die Physiologie hier nichts zu thun, als die Erscheinungen zu beobachten, und wo es sich um deren Erklärung handelte, die Lebensthätigkeit vorzuschützen, — jenes weite, bequeme Hülfsmittel, welches die Aufgaben nicht löst, sondern nur fortschiebt. Zum Glück fangen die berühmten Physiologen unserer Zeit an, eines solchen Hülfsmittels satt zu werden und treten dem Organismus näher heran als mit unbestimmten Begriffen von Lebenskraft und Lebensthätigkeit, wie sie in früheren Zeiten gebraucht wurden. Sie werden in ihrem ernsten Bestreben durch die Betrachtung des Auges bedeutend gefördert werden, denn hier wird es sich zeigen, dass eine Kraft wie das Licht auf den Nerven nicht anders wirke, als auf die übrigen Körper, dass hier also die Nervensubstanz den Gesetzen aller Materie unterworfen sey, und dass selbst diejenigen Erscheinungen, welche aus einer freien, schöpferischen Thätigkeit der Lebenskraft hervorzugehen scheinen, keine andere sind, als welche das Licht auf den übrigen Substanzen, auf einer jodirten Silberplatte z. B., in derselben Art hervorbringt.

Ich setze voraus, die Einerleiheit zweier Prozesse wie derjenige, durch welchen wir sehen und der andere, durch welchen Bilder auf Silberplatten erzeugt werden, sey der Art, um etwas länger dabei verweilen zu dürfen.

Wenn das Licht auf alle Körper wirkt, so ist diess nur so zu verstehen, dass sich die Wirkung auf die äusserste Oberfläche bis zu einer sehr geringen Tiefe erstrecke. Es ist wichtig, diess bei der vorliegenden Frage wohl im Auge zu behalten, damit man nicht in den Fall zu kommen befürchte, der

Nervensubstanz eine zu tiefgehende Veränderung zuschreiben zu müssen. Die Schicht von Jodsilber z. B., welche wir zu Daguerre'schen Bildern verwenden, schätzt man noch nicht ein Milliontheil einer Linie dick, und doch wird diese geringe Schicht selbst von einer anhaltenden Sonnenwirkung nicht ganz durchdrungen. Sie wird vielmehr nur oberflächlich geschwärzt und hat darunter noch immer unverändertes, für Licht empfindliches Jodsilber. Folglich ist der gewöhnliche Einfluss des Lichts auf die Oberfläche beschränkt, und die materiellen Veränderungen, die er hervorbringt, erstrecken sich nicht tief, — hierin, beiläufig gesagt, von der Wirkung der Wärme so sehr unterschieden.

Auf welche Weise das Licht die Theilchen jedes Körpers an seiner Oberfläche verändere, weiss man nicht, wie ich schon sagte, und man erfährt es vielleicht niemals. Genug, diese Veränderung giebt sich kund, wenn man Dämpfe auf den Körper wirken lässt, und es giebt noch andere Mittel der Erkennung, obgleich diese uns hier nicht interessiren. Wollte man es nun in Abrede stellen, dass die Nervensubstanz dieselbe Veränderung durch das Licht erfahre — wozu keine mir bekannte Thatsache auch nur den geringsten Grund liefern würde —, dann bliebe wegen des Sehens kein anderer Ausweg, als dass das Auge jene hunderte Billionen von Schwingungen zähle, welche das Licht nach wohlbegründeten physikalischen Sätzen in einer Sekunde macht. Zwischen zweien solcher Theorieen, dem Empfinden materieller Veränderungen auf dem Nerven und dem Zählen dieser Billionen von Schwingungen, wird man, wie ich denke, nicht lange zögern.

Es giebt einen Umstand beim Vorgang des Sehens, der für sich allein schon entschieden auf materielle Aenderungen hinweiset, und dieser ist, dass die Zeit dabei eine Rolle spielt. Feinere Versuche lehren, dass wir nicht in demselben Augenblick sehen, in welchem die Lichtstrahlen das Auge treffen, dass es vielmehr dazu einer gewissen, wenn auch sehr kleinen Zeit bedarf. Eben so wenig verschwinden die einmal wahrgenommenen Objecte in dem Moment, wo sie unserm Blick entzogen werden. Das Auge behält immer Nachbilder der Gegenstände zurück, welche, wenn bei starker Beleuchtung und etwas anhaltend gesehen wird, überaus störend werden können, und ihre Dauer auf Minuten, Stunden und unter Umständen sogar auf länger ausdehnen. Dann, muss man sagen, ist die Veränderung der Nervensubstanz zu beträchtlich gewesen, und sie bedarf einer langen Ruhe, um den normalen Zustand ihrer Erregbarkeit wieder zu erreichen. Das ist der Grund, wesshalb das Auge so schwer auf einen Gegenstand zu fixiren ist, viel schwerer als man gewöhnlich glaubt. Der starke Muskelapparat, der es in Bewegung setzt, ist grösstentheils unserer Willkühr unterworfen, und doch reicht der entschiedenste Wille nicht hin, es eine halbe oder ganze Minute fest und unverändert in seiner Stellung zu erhalten. Sein normaler Zustand ist der beständiger Bewegung.

Alles dieses würde schlecht mit der Ansicht zusammenstimmen, dass beim Sehen bloss Schwingungen wahrgenommen und gezählt werden, ist aber in gutem Einklang mit dem, was nach der Ansicht zu erwarten ist, die ich so eben mitgetheilt habe. Materielle Veränderungen werden bei fortgesetzter Wirkung

immer bedeutender und bedeutender; das Auge ist in beständiger Unruhe sich ihnen zu entziehen. Bei allen materiellen Einwirkungen spielt die Zeit eine Rolle; diess Element ist beim Sehen vorhanden und ist dort nur sehr verringert. Es ist wahr, die Nervensubstanz im Auge wird rasch vom Licht affizirt, rascher vielleicht als die übrigen Substanzen, mit welchen wir Versuche angestellt haben. Wir können diess zugeben, ohne dass es erlaubt sey, daraus auf einen spezifischen Unterschied zu schliessen. Unterschiede der Empfindlichkeit sind es, womit uns die Natur bei allen Kräften hinlänglich vertraut gemacht hat; wir legen eine besondere Wichtigkeit niemals darauf. Um nur bei dem Licht selbst stehen zu bleiben, so ist das reine Silber, wie jeder andere Körper, für dessen Wirkung empfänglich, aber ausserordentlich weniger empfindlich als das Jodsilber, welches Daguerre anwendet. Daguerre hatte uns die Eigenschaften seiner Substanz kaum mitgetheilt, als das Bestreben, lebende, bewegliche Dinge abzubilden, dahin führte, das Jodsilber durch Hinzufügen von Chlor und Brom noch viel empfindlicher zu machen, so dass man jetzt mit Sekunden da ausreicht, wo Daguerre der Minuten bedurfte, und wo man mit reinem Silber Tage nöthig hätte. Es ist kein Grund abzusehen, warum man hierin nicht weiter vorschreiten sollte; denn die ganze Sphäre ist noch sehr jugendlich. Allein es bedarf nicht mehr viel, und wir wären mit unsern gehörig zubereiteten Silberplatten der Nervensubstanz an Empfindlichkeit sehr nahe. Und um endlich das wahre Sachverhältniss anzugeben: es lässt sich schon jetzt nicht behaupten, dass wir mit den Silberplatten hinter der Erregbarkeit der Nervenhaut

zurückständen. Wir vergleichen die kurze Zeit, welche das Auge braucht, einen Gegenstand wahrzunehmen, mit der längern, deren die jodirte Silberplatte bedarf, ein Daguerre'sches Bild zu liefern. Ist dieser Vergleich billig und erlaubt? Ich denke nicht, denn wir messen mit verschiedenem Maasse und der Nachtheil ist gänzlich auf Seiten der jodirten Platte. Wir verlangen von ihr, sie soll Quecksilberdampf niederschlagen, viel Quecksilberdampf; denn wir wollen möglichst starke und weisse Bilder haben. Das Bild ist aber auf der Platte, ehe es viel Quecksilberdampf niederschlägt, ja es ist auf der Platte, ehe auch nur ein Atom davon reduzirt wird. Man kann beweisen, dass schon in dem funfzigsten Theil der Zeit, welche wir für nöthig halten, das Bild in aller Ausführlichkeit dem Jodsilber eingeprägt ist, nur noch nicht für den Quecksilberdampf. Bei dem Sehen dagegen ist das Auge mit den ersten Graden der Lichtwirkung so vollkommen zufrieden, dass es sich den späteren mit aller Macht entzieht. Man vergleiche also in beiden Vorgängen erst gleiche Stufen der Wirkung und dann wird es sich zeigen, dass die Substanz des Nerven nicht so viel leichter erregbar sey, als unser Jodsilber.

Ich kehre nunmehr auf den eigentlich physikalischen Boden zurück, der einen Augenblick verlassen werden musste, um die Nervenmaterie in gleiche Reihe mit allen übrigen zu stellen, und den um so allgemeinern Satz aussprechen zu können, dass das Licht auf alle Körper wirke, und auf alle in derselben Art. Es ist ein Satz von Inhalt; denn er verlangt, dass wir mit der alten Ansicht vom Licht brechen. Licht hiess bis jetzt das Agens, welches auf

das Auge wirkt; Licht muss nunmehr dasjenige Agens heissen, welches auf die Körper jene Wirkung ausübt, die ich beschrieben habe, und welche durch die Dämpfe z. B. kundgegeben wird. Das Privilegium, welches das Auge am Licht besass, ist hiernach aufzuheben.

Zwei und ein halbes Jahrhundert sind es her, dass ein ähnliches Privilegium an der Wärme zurückgenommen werden musste. Das Gemeingefühl besass damals dieses Privilegium. Eine bestimmte Empfindung wurde Wärme genannt, eine andere Kälte. Da entdeckte man eine allgemeine Wirkung, die Ausdehnung, welche jene Kraft auf alle Körper ausübt, und nun geschah, was in solchen Fällen geschehen muss, die allgemeine Wirkung wurde zum Charakteristischen, zur Definition der Kraft benutzt; den Organismus gab man in dieser Beziehung auf. Das Thermometer trat an die Stelle desselben, so wie ich nicht zweifle, dass nunmehr die jodirte Silberplatte an die Stelle des Auges treten werde. Man lernte nun, besser ausgerüstet, nach und nach Wärme kennen, welche gar nicht gefühlt werden kann; man lernte eine gebundene Wärme kennen, eine solche nemlich, welche unter gewissen Umständen gefühlt wird, unter andern unfühlbar ist. Hätte man die Wärme von der Empfindung, welche sie in uns erregt, nicht emancipirt, wie hätten solche Entdeckungen erfolgen sollen?

Das Bestreben, die Kräfte der Natur aus der Sphäre des Belebten, Organischen zu entheben, ist übrigens kein müssiges, auch beruht es nicht auf einer unbestimmten Vorstellung von der verwickelteren Art, wie diese Kräfte dort wirken. Es ist möglich,

deutlicher hierüber zu sprechen, und die Vorliebe, welche der Physik innewohnt, oder innewohnen sollte, die Untersuchung der Kräfte, so viel es angeht, den unorganischen Körpern anzuvertrauen, zu rechtfertigen. Unseren Empfindungen liegen gewisse Gesetze zu Grunde, welche jede physikalische Untersuchung trüben; ich werde eines derselben anführen. Wir empfinden nicht den absoluten Grad der Einwirkung, welche die Aussenwelt auf uns übt, sondern nur den relativen, und zwar wird der jedesmalige Sinneseindruck nach gleichzeitigen oder vorhergegangenen derselben Art beurtheilt. Auf uns macht des Abends ein Kerzenlicht einen starken Eindruck, das wir bei Tage kaum erkennen würden, oder welches wir nur schwach empfinden, wenn wir aus einem erhellteren Raum treten. Die Grösse der Gegenstände, ja ihre Farbe, sind zu einem beträchtlichen Grade diesem Gesetze unterworfen. Es ist, wie man bei einiger Ueberlegung einsieht, ein schönes Gesetz, darauf berechnet, uns mit der Welt zu versöhnen, in die wir jedes Mal versetzt sind. Aber von unsern physikalischen Instrumenten müssen wir verlangen, dass sie in ihren Aussagen sich einer absoluteren Ausdrucksweise bedienen, und solche relative Rücksichten nicht nehmen. Im vorigen Jahrhundert ging der berühmte Bouguer nach der heissen Zone, und schildert die Kälte, die er dort bei irgend einer Gelegenheit empfunden. In diesem Jahrhundert erzählt uns der Capitain Parry von der Hitze, die er im hohen Norden, im Freien, habe erdulden müssen, so dass er genöthigt gewesen sey, einen Theil seiner Bekleidung abzulegen. Wenn Bouguer in der heissen Zone nicht gefroren, und Parry in den Polargegenden vor Hitze

nicht gelitten haben würde, so hätten sie, und das Menschengeschlecht im Allgemeinen, von so weiten Reisen höchst wahrscheinlich abstehen müssen. Allein mit der physikalischen Kenntniss über die Wärmeverhältnisse auf der Erde sähe es traurig aus, wenn nicht ein Thermometer solche Reisende begleitet hätte. Nur einem so unbestechlichen Gewährsmann kann man es glauben, dass Bouguer fror bei 17 Grad Reaumur'scher Wärme, und Parry Kleider ablegte bei 10 Grad Kälte!

Wir bedürfen eines eben so sicheren Gewährsmannes für das Licht, als die Wärme ihn im Thermometer seit so langer Zeit gefunden hat. Ich habe gefunden, dass es d u n k l e s oder u n s i c h t b a r e s L i c h t gebe; eine kräftige Lichtstrahlung da, wo für das A u g e nur vollkommene Finsterniss ist. Also müssen wir bei unsern Untersuchungen uns von diesem Auge unabhängig machen, mit dessen Angaben die Finsterniss so wenig erhellt würde, dass man vielmehr sagen muss, es ist das Auge, durch welches dieser Zustand von Finsterniss recht eigentlich der Natur angedichtet wird. Ich bin hiermit bei demjenigen Punkt angelangt, auf den ich die Aufmerksamkeit hauptsächlich lenken möchte; ich werde ihn daher mit der nöthigen Ausführlichkeit behandeln.

Erinnern wir uns der Wirkung, welche das Licht auf die Körper ausübt, und welche darin besteht, dass Dämpfe sich hernach an den affizirten Stellen niederschlagen und haften. Keine uns bekannte Kraft hat diese Wirkung, mindestens keine in dieser Art. Alle übrigen Kräfte haben schon das eigenthümlich, dass wenn sie an einer Stelle eines Körpers erregt worden, sie sich nach allen Richtungen in demselben,

und jedenfalls längs seiner Oberfläche verbreiten. Das ist nicht der Charakter der Lichtwirkung; sie zeigt keine Spur einer solchen Verbreitung, auch bei der anhaltendesten Dauer nicht. Wie wäre sonst auch die Schärfe der Daguerre'schen Bilder zu erklären? Wenn es also Licht ist, welches einen Effect hervorgebracht, so kann man darüber nicht leicht in Zweifel seyn, aus dem einfachen Grunde, weil keine andere Kraft in der Natur diesen so sehr bestimmten Effect hervorzubringen vermöchte. Das Licht der Sonne besteht aus den sieben Regenbogenfarben; jede von ihnen hat auf die Körper dieselbe Wirkung. Diese Farben unterscheiden sich nur durch die Zeit, welche sie brauchen, um die Wirkung bis zu einem gewissen Grade zu steigern. Sonst sind sie gleich, und daher geben auch diese verschiedenen Modificationen des Lichts sich auf eine und dieselbe Weise kund, auf eine Weise, die nicht verkannt werden kann.

Diess vorausgesetzt wollen wir uns denken, dass man eine polirte Oberfläche, am besten eine metallische, einem Körper nahe bringe, beide einige Zeit in dieser Nähe erhalte, und alles sichtbare Licht ausschliesse. Wenn man die Platte jetzt entfernt, so zeigt sie nichts; allein in Dämpfe gebracht, zeigt sie das Abbild des Körpers, der sich in ihrer Nähe befunden hat. Dieser Körper hat folglich ganz so gewirkt, als wenn Licht von ihm ausstrahlte, und Licht wird von ihm ausgehen, denn nur dieses bringt Wirkungen solcher Art hervor. Das Licht kann jedoch dem Körper nur eigenthümlich seyn, weil das fremde erborgte Licht, durch welches wir sehen, gänzlich ausgeschlossen worden ist.

Ich habe diese Versuche in finstern Zimmern, in der Nacht, sogar ohne Kerzenlicht, angestellt, unter Umständen demnach, wo kein anderweitiges Licht auf die Körper fiel, und auch keines das Abbilden derselben hätte hervorbringen können. Seit jener Zeit habe ich die Eigenschaften, oder wenn man so sagen darf, die Farbe dieses unsichtbaren Lichts bestimmt (Farbe in einem physikalischen Sinn genommen), und gefunden, dass das unsichtbare Licht vom sichtbaren sich so unterscheidet, wie die violette Farbe von der rothen. Es unterscheidet sich, und daraus folgt also, dass wenn nach allen getroffenen Vorkehrungen doch noch gewöhnliches Licht in die Räume gedrungen wäre, in welchen die Versuche angestellt wurden, dieses Licht das Abbilden der Körper nicht zu erklären vermöchte.

Ich werde einiges diesem Fundamentalversuch hinzufügen.

Was die Oberfläche anbetrifft, auf welcher das Bild sich zeigen soll, so versteht es sich von selbst, dass sie rein und möglichst polirt seyn muss; sonst ist man in der Wahl derselben wenig beschränkt. Es scheint z. B. ganz gleichgültig, aus welchem Metall die Platte bestehe. Anderen Substanzen giebt man so leicht nicht die nöthige Politur, die Abbildungen fallen daher in der Regel bei ihnen nicht besonders scharf aus; aber die Wirkung findet stets auf ihnen statt. Ich habe auf Glas, Porzellan, auf Glimmer, Harzen, selbst auf flüssigem Quecksilber, Körper in der Finsterniss sich abbilden lassen. Sonach wird Niemand daran zweifeln, dass die Oberfläche jeder Substanz dazu geeignet sey.

Was die abzubildenden Körper betrifft, so sind

die verschiedenartigsten untersucht worden, keiner ohne Erfolg. Ob die Körper im Tageslicht diese oder jene Farbe haben, ob sie weiss oder schwarz erscheinen, das ist für die Versuche im Finstern von keiner Erheblichkeit. Die dunkelsten Körper — und hierzu gehören schwarzer Sammet und Lampenruss — senden so gut eigenthümliches Licht aus und bilden sich durch dasselbe ab, als die übrigen, ja wie ich gefunden habe, häufig noch besser.

Also von der einen Seite alle Körper, welche unsichtbares Licht aussenden, von der anderen keine Substanz, deren Oberfläche davon nicht affizirt würde, und man gelangt zu dem interessanten Satz, dass in der Natur jeder Körper auf jedem sich abbilde, versteht sich mit hinlänglicher Schärfe und Deutlichkeit nur dann, wenn sie beide einander genähert sind, und die Strahlen nicht zu weit aus einander fahren. Der Act des Sehens, d. h. der objective Theil desselben, ist also der allgemeine Fall in der Natur, der in der Körperwelt überall vorkommt. Dieser Act individualisirt sich bei den lebenden Wesen dahin, dass vermittelst eines brechenden Apparats die scharfe Abbildung selbst eines sehr entfernten Gegenstandes möglich wird. Dafür ist aber bei denselben Wesen, und mindestens gewiss bei uns Menschen, die Wahrnehmung des selbständigen Lichts der Körper verhindert, und wir erkennen sie, die doch ihr eigenthümliches Licht besitzen, nur in einer fremden Beleuchtung.

Man dürfte die Gründe zu erfahren wünschen, welche man von Seiten der Wissenschaft für dieses seltsame Verhalten des Auges zu dem eigenthümlichen Licht der Körper anzugeben vermag; ich kann hierüber

nur meine Meinung mittheilen, da die Versuche, welche nöthig wären, sie zu begründen, an dem Auge selbst angestellt werden müssten, und nicht angestellt werden können. Allein diese Meinung ist mindestens plausibel zu machen, und in so fern werde ich sie nicht zurückhalten. Die Strahlen des unsichtbaren Lichts werden deshalb von der Nervenhaut nicht empfunden, weil sie gar nicht bis zu ihr dringen, weil sie von den Substanzen, welche vor ihr liegen, zurückgehalten werden. Diese Substanzen sind für das gewöhnliche Licht sehr durchsichtig, so durchsichtig, wie weisses Glas oder klarer Glimmer. Allein Glas und Glimmer lassen das unsichtbare, von den Körpern in ihrem natürlichen Zustand ausstrahlende Licht auch nicht hindurch. Sollte nun nicht dasselbe fur die durchsichtigen Theile des Auges gelten, sollten sie nicht gleichfalls den unsichtbaren Strahlen verbieten, zur Netzhaut zu gelangen? Wenn man dieser Meinung beipflichtet, so will ich weiter hinzufügen, dass es unter diesen durchsichtigen Substanzen wahrscheinlich die Hornhaut seyn wird, welche jene Strahlen hemmt. Sie ist fest, und mir ist bis jetzt kein fester Körper bekannt, den das unsichtbare Licht zu durchdringen vermöchte, es sey denn, dass man künstliche und ziemlich beträchtliche Temperaturerhöhungen zu Hülfe nimmt. Dagegen geht diese Lichtart sehr leicht durch flüssige Körper, durch wässerige Lösungen; durch Oele u. s. w., auch durch Papier, wie ich gefunden habe.

Diess zugegeben, liegt also der individuelle Charakter des Gesichtsorgans, was den objectiven Theil des Sehens anbetrifft, nicht in der Nervensubstanz, sondern in den brechenden Theilen des Auges.

Sie machen es möglich, dass selbst ein entfernter Gegenstand sich deutlich abbilde, und verhindern, dass selbst ein naher es durch sein eigenthümliches Licht bewirke.

Ich will bei dieser Gelegenheit, um Missverständnissen vorzubeugen, bemerken, dass wenn es uns gegeben wäre, die Körper in ihrem eigenen Licht zu sehen, sie sich anders darstellen würden, als wir gewöhnt sind sie zu sehen. Der Schatten, welcher bei der Beurtheilung der wahren Gestalt eine so wesentliche Rolle spielt, fiele dabei fort; er ist eng mit dem Umstand verbunden, dass der Körper von Licht ausserhalb seiner beleuchtet sey. Eben so würden die Unterschiede, welche die Körper in Bezug auf Farbe zeigen, hier entweder wegfallen, oder sich doch jedenfalls ganz verschiedentlich gestalten. Denn die Farbe eines Körpers ist eben so eng mit dem Umstand verbunden, dass fremdes Licht auf ihn falle, welches er auf eine bestimmte Weise verändert und gefärbt, wieder aussendet.

Ich kehre zu unserm Experiment zurück, über welches noch einige Punkte zu besprechen sind. Wenn die Oberfläche einer Platte den Eindruck eines Körpers im Finstern empfangen hat, so bedarf es noch der Dämpfe, diesen Eindruck nachzuweisen, gerade wie die Daguerre'sche Platte ihr Bild erst im Quecksilberdampf gewinnt.

Ich habe schon angeführt, dass Daguerre zur Hervorbringung der Bilder die früheren Stadien der Lichtwirkung benutzt, und dem Licht niemals erlaubt, das Jodsilber zu schwärzen. In diesen ersten Stadien der Wirkung ist das Bild nur für den Quecksilberdampf da, und er ist bis jetzt der einzige, der es

unter diesen Umständen hervortreten lässt. Da nicht abzusehen ist, welche besondere Eigenschaften diesem Dampf gerade innewohnen sollten, die ihn vor allen übrigen auszeichneten, so ist er nicht der einzige, und wird es schwerlich lange bleiben. Ja ich habe bereits eine ganz andere Gasart, den Wasserstoff, gefunden, welcher das Daguerre'sche Bild eben so gut, unter Umständen sogar fast in derselben Weisse wie der Quecksilberdampf, hervortreten macht. Aber es ist schwer, diesen Wasserstoff so rein zu erhalten, wie die Feinheit der Lichtversuche es nöthig macht, und ich bin aus dieser Ursache mit seinen Eigenschaften noch nicht hinlänglich vertraut, um mich hier ausführlicher darauf einlassen zu können. Inzwischen sieht man, dass wenn das gewöhnliche Licht auf Jodsilber gewirkt hat, ohne dass die Wirkung schon sichtbar sey, dass dann bis jetzt nur zwei Substanzen, Quecksilberdampf und Wasserstoff, bekannt seyen, welche das Bild hervortreten machen.

Sehr viele Dämpfe jedoch lassen die Bilder hervortreten, und man ist in der Wahl derselben wenig beschränkt, wenn das unsichtbare Licht das Bild erzeugte, obgleich es dann auch noch nicht sichtbar ist. Für die Versuche ist dieser Umstand ein überaus günstiger, wie es der Fall immer zu seyn pflegt, wenn man über reiche Hülfsmittel gebietet. Unter anderen Dämpfen nenne ich z. B. den Wasserdampf, als einen der einfachsten. Man braucht also die Platte, welche den Eindruck von unsichtbaren Strahlen empfangen hat, nur den Dämpfen erhitzten Wassers auszusetzen, man braucht sie nur anzuhauchen, um das Bild erscheinen zu sehen. Würde dieser Wasserdampf auf der Platte verweilen und sich nicht wieder

verziehen, so wäre er der brauchbarste unter allen Dämpfen. So aber bringt er vorübergehende Bilder hervor, und man muss Jod, Chlor oder Quecksilberdämpfe wählen, wenn man sie bleibend erhalten will. Es ist nicht meine Absicht, mich in die Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Dampf- und Gasarten hier näher einzulassen, welches ohne grosse Ausführlichkeit nicht angehen würde. Ich muss mich darauf beschränken, anzuführen, dass es mir gelungen ist, in den Dämpfen eine besondere Art von Licht nachzuweisen, welche sie bei der Verdichtung oder dann frei lassen, wenn sie mit Körpern, also z. B. mit Platten, in Berührung kommen. Ich habe diese Lichtart, die einer gewissen Art von Wärme sehr analog ist, obgleich sie sich doch auch in anderer Beziehung sehr davon unterscheidet, latentes oder gebundenes Licht genannt. Es hat für jede Dampfart seine bestimmte Farbe, bedingt einerseits die Wichtigkeit, welche die Dämpfe in der Sphäre des Lichts überhaupt haben, und bewirkt andererseits, dass die verschiedenen Arten der Dämpfe Unterschiede zeigen, und dass man nicht immer jeden Dampf wählen darf, um durch ihn ein Bild hervortreten zu lassen. Das latente Licht des Quecksilberdampfes ist z. B. gelb, das des Wasserdampfs blau oder violett. Hiervon rührt es, dass man Quecksilberdampf zu Daguerre'schen Bildern gebrauchen kann, den Wasserdampf aber nicht. Er würde die Bilder nicht hervortreten lassen, ja in etwas starkem Grade angewandt, würde er sie zerstören.

Die Dämpfe sind nach den jetzigen Untersuchungen das Reagens für Licht aller Art; ihre Tauglichkeit dazu in einem bestimmten Fall hängt von der

Farbe ihres latenten Lichts ab. Daher lässt sich nicht viel über die Zeit sagen, welche nöthig ist, damit zwei Körper in der Dunkelheit sich auf einander abbilden. Abgebildet haben sie sich wahrscheinlich, streng genommen, in der kürzesten Zeit; aber damit gerade dieser oder jener Dampf das vorhandene Bild zeige, dazu gehört in der Regel eine längere Einwirkung. Im günstigsten Falle, wo der Körper die Platte berührte, oder ihr doch sehr nahe lag, habe ich sein Bild in einer halben, ja in einer viertel Minute erhalten, vorausgesetzt, dass ich nachgehends Wasserdampf anwandte. Joddämpfe dagegen und noch viel weniger Dämpfe solcher Art, wie schweflichte Säure, Schwefelwasserstoff, Flussspathsäure u. s. w. würden nach einer so kurzen Einwirkung gar kein Bild hervortreten lassen, und der Quecksilberdampf ein sehr unvollständiges. Wenn man namentlich durch Quecksilber ein wohl detaillirtes, kräftiges Bild erhalten will, so muss das unsichtbare Licht Stunden, ja Tage lang auf die Platte gewirkt haben, besonders dann, wenn beide etwas entfernt von einander gehalten worden sind. Das sind Bedingungen, welche genau mit dem latenten Licht zusammenhängen und dem Physiker in so fern hauptsächlich beachtungswerth sind, als sie Aufschluss über diese merkwürdige Lichtart der Körper in Dampfform geben.

Wider die Behauptung, dass jeder Körper selbstständiges Licht ausstrahle, und Licht also zu seinem Wesen so gut gehöre als Wärme, hat man ein Paar Einwendungen erhoben, über welche man mir erlauben möge, mich hier auszusprechen. Man hat gesagt: Licht sey dasjenige, was man sieht; das unsichtbare *Licht* sehe man nicht, also sey es kein Licht. Das

ist nicht die Art zu verfahren, welche im Reiche der Natur erlaubt ist; sie wäre nicht weniger als das schlecht verhüllte Verbot, in unsern Kenntnissen, in unserer Einsicht fortzuschreiten. So soll wohl das nur eine Säure seyn dürfen, welches sauer schmeckt? Wir würden damit bei den Chemikern schlecht ankommen. Oder das nur würde Wärme zu nennen seyn, welches uns wärmt? Welchen Bescheid würde uns derjenige wohl ertheilen, der die Luft zuerst auf der Waage gewogen, und dem wir einwendeten, die Luft sey nicht schwer, weil wir den Druck nicht empfänden? Doch solcher Fragen sind so unzählige, dass man das *Genre* derselben nur angedeutet zu haben braucht, um der Antwort enthoben zu seyn.

Man hat ferner gesagt, das gegenseitige Abbilden zweier Körper in der Dunkelheit rühre von der Wärme her, welche jeder Körper besitzt und ausstrahlt. Inzwischen ist es doch nicht erlaubt, Wohlbekanntes über den Haufen zu werfen, um dann Unbekanntes erklären zu können, wenn überhaupt das Herbeiziehen der Wärme eine Erklärung zu nennen ist. Es gehört zum Grundwesen dieser letzteren Kraft, sich in einem Körper nach allen Seiten hin zu verbreiten, besonders in den Metallen. Weder das sichtbare noch das unsichtbare Licht zeigen davon die leiseste Spur; durch beide kann man vielmehr Abbildungen in vollkommener Schärfe erhalten. Wenn Wärme auf einen Körper einwirkt, so strahlt dieser Körper nachher dieselbe Wärme aus. Die Wärme ist, wie Rumford sagte, unsterblich. Das Licht, kann man hinzufügen, ist dann sehr sterblich; denn mit der Wirkung, die es auf die Körper ausübt, ist es erloschen. Die vom Licht affizirten Substanzen strahlen das Licht nicht

mehr aus, das sie empfangen haben; sie vernichten es. Sonach ist der erwärmte Körper in Bezug auf Wärme mit demjenigen Körper identisch, der ihn erwärmt; der Zustand des erleuchteten Körpers hat dagegen mit dem des erleuchtenden nichts gemein. Grössere Unterschiede in dem Grundwesen kann man bei zweien Kräften, welche für verschieden erachtet werden sollen, nicht verlangen. Diejenigen, welche trotzdem beide für identisch halten wollen, können unmöglich anstehen, auch die Wirkungen des sichtbaren Lichts auf Rechnung seiner Wärme zu setzen. Es giebt ein sichtbares Licht, das des Mondes, in dem die feinsten Versuche keine Wärme haben nachweisen können. Nun wohl, dieses Licht wirkt auf die jodirten Silberplatten sehr kräftig. Man kann mittelst desselben das Bild dieses Himmelskörpers erhalten, und hier ist es denn doch die Wärme nicht, welche das Bild zu Stande bringt.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass ein grosser Theil der Körper, vielleicht alle, durch höhere Grade der Wärme glühend werden können, also in die Lage kommen, eigenthümliches, und zwar nunmehr sichtbares, Licht auszustrahlen. Schon die geringeren Grade steigern die Masse des ausstrahlenden Lichts und bringen seine Natur derjenigen des sichtbaren immer näher und näher. Meine Versuche haben diess mit Bestimmtheit ergeben, und das Resultat hat nichts Befremdendes, da es keine physikalische Kraft giebt, welche durch die Wärme nicht beträchtlich sollte affizirt werden; in der Regel werden sie durch dieselbe gesteigert. Man glaube auch nicht, dass die Wärme allein das eigenthümliche Licht der Körper vermehre; Electricität, Magnetismus, Galvanismus

vermögen im Grunde dasselbe. Durch sie alle machen wir in unsern physikalischen Versuchen z. B. einen Platindrath glühend, d. h. wir bringen ihn dahin, Licht auszusenden, welches sogar vom Auge empfunden wird. Wenn man nun von einzelnen Erscheinungen dieser Art ausgeht, auf sie ein übermässiges Gewicht legt, und dafür andere, eben so wichtige und wichtigere, ignorirt, dann kann man identisch erklären, welche Kräfte man wolle. Die Geschichte der Wissenschaft ist da, nachzuweisen, wie viel Versuche dieser Art gefruchtet haben.

Uebrigens ist es billig und ganz in der Ordnung, dass man gegen unerwartete Thatsachen, wie sie in Bezug auf das Licht gewonnen worden, critisch, ja polemisch verfahre; allein man wird es dann auch in der Ordnung finden, wenn ich erklären muss, dass bis jetzt nichts vorgebracht worden sey, welches im Stande wäre, die Folgerungen zu erschüttern, die ich aus den Phänomenen gezogen habe. —

Versetzt, wie wir sind, in eine Welt von räthselhaften Erscheinungen, stumpft sich der natürliche Sinn gegen sie ab; nur dann und wann, je nach den Fragen, die gerade vorliegen, wird dieses oder jenes der alltäglichen Phänomene Gegenstand einer ernsteren Erwägung. Das unsichtbare Licht treibt seit alten Zeiten sein Spiel, und Niemand hat es beachten wollen. Die Kupferstiche bilden sich auf dem Glase ab, unter dem sie sich befinden, die Theile der Uhr auf den innern Kapseln derselben. Das sind Thatsachen, die oft beobachtet seyn müssen, ohne dass die Wissenschaft davon etwas erfahren hätte. Sie würde freilich davon früher auch nur in Verlegenheit gesetzt worden seyn. Als aber das Wesen des unsichtbaren

Lichts bekannt wurde, trat Breguet bei der Akademie der Wissenschaften zu Paris mit der Behauptung auf, dass sein Name im Innern seiner Uhren sich abbilde, wie er das oft beobachtet habe. Hierüber befragt, wussten mir hiesige Arbeiter von ähnlichen Erscheinungen zu erzählen, die ich dann selbst auch wahrgenommen habe. Ein noch frappanteres Phänomen dieser Art wurde aus Berlin gemeldet. Professor Rauch und Baron von Humboldt sahen auf einem Glase, welches vierzehn Jahre über einem Kupferstich sich befunden, denselben jedoch nicht berührt hatte, die deutliche Zeichnung von Raphael'schen Figuren. Personen, welche mit dem Aus- und Einrahmen von Kupferstichen beschäftigt sind, erklärten diese Art Abbildungen für einen überaus häufigen Fall, mit dem sie vertraut genug waren, um ihn ganz in der Ordnung zu finden. Damit es auch uns so gut werde, habe ich zuvörderst zu bemerken, dass diese Abbildungen sich in einem Betracht wesentlich von denen unterscheiden, welche ich, als aus der Wirkung des unsichtbaren Lichts hervorgehend, geschildert habe. Es sind Abbildungen, die schon sichtbar sind, ohne dass man nöthig hätte, einen Dampf zu Hülfe zu nehmen. Während nämlich an einzelnen Stellen das Glas oder Metall sein natürliches Ansehen behalten hat, sieht man an anderen Stellen einen weisslichen Ueberzug, der überaus leicht abzureiben ist. Durch diesen Unterschied der freien und der mit jenem Ueberzug bekleideten Stellen entstehen nun eben die Bilder, die ich zu erklären habe.

Dass überhaupt zwei Körper in der Nähe sich auf einander abbilden, wissen wir bereits; es bleibt also nur die Frage zu erledigen: was ist das für ein

weisslicher Ueberzug, der sich auf den Körpern an denjenigen Stellen bildet, welche vorzugsweise von den unsichtbaren Strahlen getroffen wurden? Er kann sich, wie eigends von mir angestellte Versuche gelehrt haben, auf allen Körpern erzeugen; er verlangt auch die lange Zeit gar nicht, welche die Gläser über einem Kupferstich in der Regel liegen. Unter sonst günstigen Umständen bilden zwei Körper sich in wenigen Tagen mittelst dieses weissen Ueberzuges auf einander ab.

Einer so allgemeinen Wirkung muss eine eben so allgemeine und überall gegenwärtige Ursache zu Grunde liegen, und man hat in diesem Falle nicht lange nach ihr zu suchen. Es ist der Wasserdampf der Luft, der von einzelnen Stellen der Oberfläche niedergeschlagen wird, den weisslichen Ueberzug erzeugt und das Bild sichtbar macht.

Der Wasserdampf, den wir mit dem Athem aushauchen, hat eine beträchtlichere Spannung, als derjenige, der in der Luft enthalten ist; denn er entsteht im Innern des Körpers, wo die Temperatur höher ist. Dieser Wasserdampf lässt die Bilder, welche das unsichtbare Licht erzeugte, rasch hervortreten, indem er sich an denjenigen Stellen niederschlägt, welche von den Strahlen getroffen wurden. Er haftet in diesem Falle auch nicht, sondern verdampft wieder und verlässt die Platte. Wenn aber das unsichtbare Licht längere Zeit, z. B. mehrere Tage gewirkt hat, dann haben die afficirten Stellen schon die Kraft, den Wasserdampf der Luft an sich niederzuschlagen, d. h. in die Form von Nebelbläschen zurückzuführen; sie haben sogar die Kraft, ihn haften zu machen, d. h. zu verhindern, dass er wieder verdampfe. Auf solche

Weise entsteht also das Abbild der Theile von Uhren oder die Zeichnung eines Kupferstichs auf dem Glase, entstehen überhaupt diese Art Abbildungen auf den verschiedensten Oberflächen. Nun hat aber die Sprache ein Wort für dieses Niederschlagen des Wasserdampfs; findet es auf einem Körper statt, so sagt man er bethaue. Daher werde ich die in Rede stehenden Bilder Thaubilder nennen.

Es ist diess die einfache und naturgemässe Erklärung eines Phänomens, das man allenfalls vorher hätte sagen können. Die Folgerungen jedoch, zu welchen man auf diesem Wege geführt wird, sind von solcher Art, dass sie innerhalb unserer jetzigen Wissenschaft nicht leicht merkwürdiger seyn könnten. Ich werde sie mittheilen, da sie auch wohl ein allgemeineres Interesse in Anspruch nehmen. Das unsichtbare Licht bringt also die Körper in die Lage zu bethauen, d. h. es unterwirft sie demselben Prozess, welchen Pflanzen und andere Körper im Freien während einer klaren Nacht eingehen. Das unsichtbare Licht ist jedoch Licht, wie das sichtbare, nur würde es unter einer andern Farbe erscheinen, falls wir es überhaupt wahrnehmen könnten. Der Regenbogen, und eben so das prismatische Spectrum in der finsteren Stube, zeigen uns diejenigen Farben, welche auf das Gesichtsorgan zu wirken vermögen. Es ist eine Gruppe von Farben, deren äusserste auf der einen Seite das Roth, auf der andern das Violett ist. Zwischen diesen äussersten Strahlen liegen alle diejenigen, welche das Auge erregen. Die Farben sind spezifische Eindrücke, über die wir weiter keine Rechenschaft geben können, und als solche wären sie nicht geeignet, Gegenstand der Wissenschaft zu

werden, wenn Newton es nicht verstanden hätte, sie auf Zahlenverhältnisse zu reduziren. Man unterwirft seit jener grossen Entdeckung Farben einer Rechnung, man erhält am Ende der Rechnung eine Zahl, und diese Zahl repräsentirt eine Farbe. Inzwischen versagt die Newton'sche Methode bei dem unsichtbaren Licht, leider also da, wo wir am meisten zu wünschen hätten, von dem spezifischen Eindruck auf den Nerven unabhängig gemacht zu seyn. Ich habe jedoch eine andere Methode gefunden, die verschiedenen Farben des Lichts, wenn auch nicht durch Zahlenverhältnisse, so doch durch ihr physikalisches Verhalten zu unterscheiden, und zwar erstreckt sich diese Methode auf Licht aller Art. So ist es zu verstehen, wenn ich anführe, dass auch in dem unsichtbaren Licht noch verschiedene Farben vorkommen, und dass die Gruppe dieser Farben ausserhalb des Violett lieget, welches die sichtbaren Farben von der einen Seite abschliesst. Würden also von der Sonne solche Strahlen ausgehen, wie die Körper sie im natürlichen Zustand aussenden, und würde zweitens unser Auge Strahlen dieser Art überhaupt wahrnehmen: so würden wir sie unter einer uns nicht bekannten Farbe ausserhalb des Violett im Regenbogen sehen. So wenig jedoch als wir diese Strahlen wahrzunehmen vermögen, so wenig ist die erstere Voraussetzung statthaft. Die Sonne sendet diese Strahlen nicht aus; sie fehlen ihr, und kommen daher auch im Tageslicht oder Mondeslicht nicht vor. Wenn man daher sagt, dass sie ausserhalb des Violett lägen, so heisst das nur, sie reihen sich nach dieser Seite an, vermöge ihrer physikalischen Natur und ihrer Eigenschaften.

Das Gesetz über alle diese verschiedenfarbigen Strahlen, die unsichtbaren mit eingeschlossen, lautet dahin, dass sie alle auf die Körper gleich wirken, dass sie sich hauptsächlich nur durch die Zeit unterscheiden, welche nöthig ist, um eine bestimmte Wirkung hervorzubringen. Wenn folglich das unsichtbare Licht den Prozess des Thaus hervorzurufen vermag, so muss das sichtbare Licht dasselbe vermögen, wenn es nur in gehöriger Intensität, oder hinreichend lange wirkt.

In dem Thau sieht man bis jetzt ausschliesslich einen Effect der Wärme, und die darauf basirte Theorie gilt für eine der wohlbegründetesten in der Physik. Die Körper, sagte man, die am Tage in der Sonne warm geworden, erkalten des Nachts durch Ausstrahlung, erkalten mehr, als die umgebende Luft, und diess hat zur Folge, dass sich der Wasserdampf an ihnen eben so niederschlägt wie an kältern Körpern überhaupt. Dass ein warmer Körper bethaue, würde man für eine reine Unmöglichkeit gehalten haben. Diess jedoch ist nunmehr mindestens einseitig. Das Licht kann ebenfalls die Thaubildung hervorrufen, woraus sogleich folgt, dass ein Körper bethauen wird, wenn er auch wärmer als die Luft ist, in der er sich befindet, vorausgesetzt, dass die Lichtstrahlen ihn in den Stand gesetzt haben, den Wasserdampf zu verdichten. Ja, um es geradezu auszusprechen, ein Körper muss in der Sonne bethauen können. Ich setzte also Platten verschiedener Art, von Glas, Metallen, hinter ausgeschnittenen Schirmen während einiger Stunden der Sonne aus, und in der That hatte sich der Wasserdampf an den offen gebliebenen Stellen niedergeschlagen, und bildete denselben

weisslichen Ueberzug, von dem ich schon gesprochen habe. Dabei waren die Platten beträchtlich warm geworden; diess hinderte jedoch nicht, dass sie an denjenigen Stellen bethaueten, an denen das Licht die Fähigkeit dazu hervorgerufen hatte.

Von der Sonne gehen zwei Kräfte aus, Licht und Wärme, die mit Bezug auf den Wasserdampf, wie man sieht, in einem sonderbaren Verhältniss stehen. Die Wärme trocknet die Körper aus, sie bewirkt, dass das an ihnen sich befindende Wasser als Wasserdampf fortgehe und sich mit der Luft mische. Das Licht bewirkt umgekehrt, dass der Wasserdampf der Luft von den Körpern wiederum angezogen und niedergeschlagen werde. Beide Kräfte arbeiten hierin nach entgegengesetztem Sinne, und wenn auch für gewöhnlich die Wärme prävaliren mag, so herrscht sie vor, aber sie herrscht doch nicht allein; sie bestimmt die Verhältnisse der Feuchtigkeit nicht ausschliesslich, sonst hätten die Platten, welche ich so oft der Sonne aussetzte, nicht bethauen können. Ich kann nicht angeben, welche Anwendung von diesem merkwürdigen Verhalten des Lichts auf die Pflanzenwelt zu machen ist. Diejenigen, welche die Pflanzen mit Bezug auf den Thau beobachteten, fanden dabei in der Regel so ziemlich das, was sie suchten, einen Prozess, hervorgerufen durch Verhältnisse der Temperatur. Wenn man aber das sonstige Verhalten der Pflanzen erwägt, so kann man kaum glauben, dass der Einfluss des Lichts bei ihnen unbedeutend seyn sollte.

Ich werde hier die Beschreibung der Effecte des Lichts auf die Körper schliessen, und ich würde zugleich meine heutige Vorlesung schliessen, wenn ich nicht noch, wiewohl mit wenigen Worten, ein

gewissermassen entgegengesetztes Schauspiel vorzuführen hätte. Wenn überall, wo Körper sich befinden, auch Licht vorhanden ist, wenn dieses Licht auf sie alle wirkt, ist gar kein Mittel da, die Substanzen vor dieser Wirkung zu schützen? Der Einfluss des Lichts ist nicht unbedeutend; schon innerhalb unserer Experimente werden die Körper in ihren Grundeigenschaften dadurch verändert. Und was bedeuten diese Experimente, während einiger Tage höchstens fortgeführt, gegen die grossen und anhaltenden Wirkungen der Sonne? Es giebt in der Natur gewiss keine Kraft, der verstattet sey, ins Maasslose zu wirken; stets wird ihr eine Schranke gesetzt seyn. Die magnetische Kraft hat eine Polarität, es giebt nördlichen und südlichen Magnetismus. Ohne diese Eigenthümlichkeit würde unser Eisen, welches immer magnetisch ist, die Tendenz haben, in unserer Halbkugel nach dem hohen Norden zu wandern. Hier ist Polarität die Schranke, welche der magnetischen Anziehung der Erde gesetzt ist. Die Körper erwärmen sich in der Sonne, aber sie erkalten in der Nacht. Ihr Zustand in Bezug auf diese Kraft ist ein mittlerer, um welchen Schwankungen, aber in keinem grossen Maasstabe erlaubt sind. Die Schranke, welche dem Einfluss der Wärme entgegen gesetzt worden, liegt also in der Eigenschaft, welche die Körper besitzen, die Wärme wiederum auszustrahlen. Was würde auch ohne diese Schranke aus den Körpern unserer Erde und aus ihr selbst geworden seyn?

Bei dem Licht ist keine Ausstrahlung vorhanden; das Licht, welches auf die Körper seine Wirkung geübt hat, ist erloschen. Wenn also der Lichtwirkung eine Schranke gesetzt worden, so muss sie

anderer Art seyn als bei der Wärme, und sie ist es auch, wie neuere Versuche mich gelehrt haben. Der Sauerstoff der Luft hat diese compensirende Wirkung. Wenn das Licht der Sonne die Oberfläche eines Körpers nach und nach in die Zustände gebracht hat, die ich geschildert habe, und welche sich dadurch offenbaren, dass die Dämpfe niedergeschlagen werden, und mehr oder minder haften: dann ist es der Sauerstoff, der diese Zustände eben so nach und nach zurückschreiten macht, und die Oberfläche auf ihre ursprüngliche Constitution wiederum versetzt. So wirkt dieser allgegenwärtige und so schwer auszuschliessende Sauerstoff innerhalb unserer Versuche, und verwickelt sie auf eine sonderbare Weise. In jedem Daguerre'schen Versuch übt er diesen retrograden Einfluss; wir bedürfen wahrscheinlich einer vier- bis fünfmal so langen Zeit, damit der Versuch gelinge, bloss weil der Sauerstoff von den Silberplatten nicht abzuhalten ist. Wäre er zu einem grösseren Antheil in der Luft vorhanden, so würden wir vielleicht von der Wirkung des Sonnenlichts auf die Körper gar nichts wissen.

Erlauben Sie mir noch, Ihre Aufmerksamkeit auf die wunderbare Einförmigkeit der Mittel zu lenken, welche die Natur zu ihren Zwecken gewählt hat. Derselbe Sauerstoff, welcher zu einem so grossen Theile die Erhaltung des Lebens von Pflanzen und Thieren bedingt, bedingt nicht das Leben in der unorganischen Natur, denn sie ist eben leblos; aber er bedingt die Erhaltung der Integrität dieser todten Körper gegen die Wirkungen des Lichts. —

Königsberg, April 1843.

Ludwig Moser.

AUFFORDERUNG

an

FREUNDE DER ASTRONOMIE

zur Anstellung von eben so interessanten und nützlichen, als leicht auszuführenden Beobachtungen über mehrere wichtige Zweige der Himmelskunde.

Der bedeutende Aufschwung, den die Naturwissenschaften in unsern Tagen gewonnen haben, die löbliche Sitte der jetzigen Naturforscher, die Resultate ihrer Bemühungen auch dem grössern Publicum zugänglich zu machen, und der grosse Einfluss, den sie auf die industrielle Thätigkeit ausüben, haben eine Menge von Liebhabern hervorgerufen, die ihre Mussestunden naturwissenschaftlichen Forschungen widmen. Nur die Astronomie scheint von diesem allgemeinen Interesse ausgeschlossen zu sein, und die Anzahl, wenigstens ihrer thätigen, Freunde ausser den Fachgelehrten, hat seit dem Anfange unseres Jahrhunderts eher ab- als zugenommen. Dieser scheinbare Mangel an Theilnahme für die erhabenste der Wissenschaften ist aber nur äussern Umständen zuzuschreiben. Damals erweckte der unermüdete Eifer von Zachs

für die Anwendung des Sextanten eine grosse Zahl von Liebhabern, besonders in Deutschland, und die Geographie unseres Vaterlandes verdankt ihnen viele wichtige Beiträge. Aber allmälig wurde, besonders durch die vielfachen Dreiecksvermessungen, die geographische Lage aller nur einigermassen bedeutenden Orte mit einer Genauigkeit bekannt, die durch Sextantenbeobachtungen nicht zu erreichen, geschweige denn zu übertreffen war. Dieses Instrument selbst wurde bald durch andre, bei weitem genauere, aber auch in eben dem Masse kostbarere und schwieriger zu behandelnde verdrängt; die Beobachtungsmethoden wurden auf eine Weise vervollkommnet und verfeinert, die ein anhaltendes Studium und ununterbrochene Uebung erforderte; vielfach entstanden durch die Munifizenz unserer Fürsten neue, aufs Prachtvollste ausgerüstete Sternwarten; und so sank den Liebhabern der Muth, mit den Astronomen vom Fach zu concurriren. Denn nur wenige vermögen die jetzt gebräuchlichen kostbaren Instrumente sich anzuschaffen, nur wenige haben hinlängliche Musse, sich die schwierige Behandlung derselben anzueignen, und sich mit den verwickelten Rechnungsmethoden vertraut zu machen. Aber ist denn den übrigen dadurch jede Aussicht benommen, ihrer Liebhaberei für die Astronomie eine zugleich nützliche Richtung zu geben? ist ihnen k e i n Feld der Himmelsforschung geblieben, auf dessen Bearbeitung sie ihre Thätigkeit und ihren Eifer mit Erfolg richten könnten? O gewiss! noch viele solche Felder sind vorhanden, noch viele Gegenstände der Astronomie erwarten ihre Beobachter, die darin sehr viel Wichtiges zu leisten vermögen, aber sie sind nur zu wenig bekannt und beachtet. Es giebt

sogar noch Himmelserscheinungen, die seit Jahrhunderten auf eine unverantwortliche Weise vernachlässigt sind, in deren Erkenntniss wir seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts nur unbedeutende oder gar keine Fortschritte gemacht haben; es giebt andre, auf welche erst in der neueren Zeit die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist, die alle noch lange nicht sorgfältig genug erforscht und in ihrem Zusammenhange erkannt worden sind. Und zwar sind dieses meistens solche Erscheinungen, die ohne theuere und schwierig zu behandelnde Instrumente sich beobachten lassen, zu deren Erklärung ohne tief eindringende mathematische und astronomische Kenntnisse, ohne verwickelte Berechnungen höchst schätzenswerthe Beiträge geliefert werden können. Gerade darum sind sie wahrscheinlich von den Astronomen vernachlässigt worden, welche ihre prachtvollen Sternwarten, ihre kostbaren Instrumente, ihre Kenntnisse und Erfahrungen auf schwierigere Gegenstände anwenden müssen, und hierzu in den mannigfachen Erscheinungen des Himmels Gelegenheit in Fülle finden. Gerade darum ist es aber auch um so wünschenswerther, dass sich diesen leicht und ohne besondere Hülfsmittel anzustellenden Forschungen recht viele Liebhaber zuwenden mögen, die sich an jene nicht wagen können. Gewiss es gewährt ein grosses Vergnügen, den gestirnten Himmel mit einem guten Fernrohre anzuschauen. Beim Anblicke der ruhig glänzenden Planeten mit ihren Streifen und Flecken, mit ihren Trabanten oder in ihren wechselnden Lichtgestalten, — beim Anschauen der wunderbar zerrissenen und barock aufgethürmten Massen des Mondes mit ihren dunkeln Schatten und grellen Lichtern, der in verschiedenen

Farben flammenden Sterne, und im Contraste dagegen der matten Nebelflecke, besonders jenes schönsten derselben im Gürtel des Orion, — bei Betrachtung der Sternfülle in der Milchstrasse und der noch grössern in den Sternhaufen empfinden wir in hohem Masse jene Freude, die jede Naturschönheit in uns erweckt, jenes Gefühl der innern Befriedigung, welches aus dem Zusammenwirken der grössten Mannigfaltigkeit mit dem schönsten Ebenmaasse entsteht, werden wir hingerissen von Bewunderung der Herrlichkeiten in der Schöpfung. Wie sehr kann aber diese Freude erhöht werden, wenn wir Ordnung und ein geregeltes System in unser Anschauen bringen, wenn wir es einem bestimmten Zwecke weihen, und so das Angenehme mit dem Nützlichen verbinden! wie sehr kann unsere Bewunderung gesteigert werden, wenn wir in den Herrlichkeiten der Schöpfung auch ihre Gesetze zu ergründen streben! Und es bedarf hierzu so wenig! Es bedarf nur der deutlichen Einsicht in dasjenige, was zu beobachten ist, und des ersten festen Vorsatzes, das zwecklose Herumschweifen unter den Wundern des Himmels in eine geordnete Betrachtung zu verwandeln. Wer einmal den Hochgenuss gekostet hat, der aus dem Bewusstsein entsteht, sein Scherflein beigetragen zu haben zur Erkenntniss der wundervollen Einrichtung des Weltgebäudes, wem es einmal geglückt ist, Ordnung und Zusammenhang in Erscheinungen zu entdecken, die scheinbar ganz willkürlich vor sich gehen, — und es glückt dieses jedem eifrigen Forscher, — er wird sich diesen Hochgenuss nie mehr versagen, er wird ihn durch stets neue Forschungen steigern und ausdehnen. Giebt es doch so Viele, die mit Anstren-

gung und Ausdauer, ja mit Aufopferung manches andern Genusses, Barometer und Thermometer, die Abwechselung der Witterung und den Zug der Winde regelmässig aufzeichnen, und in den geringen, aus diesen Aufzeichnungen gewonnenen Resultaten, in der oft gestörten Ordnung, die sie zu erkennen geben, Entschädigung für ihre Anstrengungen und die Freude des Gelingens finden. Und was ist diese Ordnung gegen jene wundervolle Harmonie, die sich in den Erscheinungen des Himmels kund giebt?

Aehnliche Betrachtungen mögen den seeligen Olbers zu dem Entschlusse geführt haben, für dieses Jahrbuch einen Aufsatz zu schreiben über Dasjenige, was Liebhaber der Astronomie für die Wissenschaft Nützliches thun könnten. Der Tod des trefflichen Mannes verhinderte leider die Ausführung seines Vorhabens, und raubte so diesem Buche eine seiner schönsten Zierden. Denn es ist bekannt, wie unausgesetzt sich Olbers gerade mit diesen und ähnlichen Gegenständen während seiner mehr als 50jährigen astronomischen Laufbahn beschäftigt hatte, welche ungewöhnliche Belesenheit er besass, und wie sehr er die Resultate seiner Forschungen durch die Leichtigkeit und Annehmlichkeit seiner Darstellung gemeinfasslich und anziehend zu machen wusste. In weit weniger geschickte Hände hat der Herr Herausgeber jetzt diese Aufgabe gelegt; möge denn das Interesse des Gegenstandes die Mängel der Behandlung übersehen lassen.

Um den Aufsatz nicht ungebührlich auszudehnen, soll hier nur von denjenigen Erscheinungen die Rede sein, welche sich ohne alle Instrumente beobachten lassen. Ehe ich aber zu den einzelnen übergehe, sei es mir erlaubt, einige allgemeine Bemerkungen über

die Erfordernisse zu solchen Beobachtungen voraus zu schicken, Bemerkungen, die vielleicht Manchem kleinlich erscheinen werden, die aber aus einer mehrjährigen Erfahrung abstrahirt sind, und deren Berücksichtigung sich in vielen Fällen nützlich und meistens nothwendig erweisen wird. Gerade die Vernachlässigung von solchen scheinbaren Kleinigkeiten ist es, die schon manche Beobachtung, auf welche grosse Mühe verwandt wurde, ungenau und zum Zwecke untauglich ausfallen liess.

Es leuchtet ein, dass bei jeder Art von Beobachtungen die Gabe zu sehen nicht fehlen dürfe. Hierzu gehört aber nicht allein ein scharfes Auge, welches die Einzelnheiten deutlich erkennt, und auch für schwache Lichteindrücke noch empfänglich ist, sondern vor Allem das Talent, des Gesehenen sich bewusst zu werden, ein Talent, welches wol geübt, aber ohne natürliche Anlage wol schwerlich erworben werden kann. Indess ist es kaum denkbar, dass Jemand, dem dieses Talent abgeht, den Trieb haben werde, sich mit astronomischen Beobachtungen zu beschäftigen. Wem daher der Trieb innewohnt, der möge ihm getrost Folge geben, und überzeugt sein, Nützliches leisten zu können. Ein scharfes Auge ist aber nicht jedesmal ein weitsichtiges; im Gegentheil findet es sich häufig, dass kurzsichtige Augen weit schärfer sind, als weitsichtige; wer daher an Kurzsichtigkeit leidet, bediene sich ein[illegible]den Brille, und wird dann eben so gut be[illegible] als der Weitsichtige. Eben so ben[illegible] ches Auge, welches gegen schw[illegible] unempfindlich ist, zu unterstü[illegible] Opernglas vo[illegible]cher, et[illegible]

Vergrösserung, welches auch schärferen Augen bei Betrachtung lichtschwacher Gegenstände gute Dienste leisten wird. Und zwar ist ein zweiäugiges Glas, oder sogenanntes Binocle vorzuziehn. Ein solches gewährt, weil man dabei beide Augen zum Sehen benutzt, schon desshalb mehr Helligkeit, als ein einäugiges, besonders aber auch, weil, wenn man nur mit einem Auge sieht, durch das Schliessen oder selbst nur die Unthätigkeit des andern, auch das sehende afficirt und geschwächt wird. Hierbei muss man aber, um das Doppeltsehen zu vermeiden, bei der Auswahl des Glases den Abstand der beiden Fernröhren genau nach dem Abstande der Augen selbst abmessen. Dieses geschieht am Besten durch Probiren auf hellere Sterne, und es wird zugleich gut sein, sich bei dieser Gelegenheit diejenige Lage des Binocle's zu merken, in welcher die durch die optischen Axen der beiden Fernröhren gehende Ebene mit der der beiden Augen zusammenfällt, welches nicht bei allen Augen die horizontale ist.

Jedoch auch das stärkste Auge wird durch Anstrengung ermüdet, durch helles Licht geblendet und gegen geringere Lichteindrücke unempfindlich gemacht. Daher ist es wichtig, dass wenn das Auge vorher angestrengt war, man es vor der Beobachtung eine Zeit lang ruhen lasse, und wo es sich um das Wahrnehmen schwacher Lichterscheinungen oder Lichtabstufungen handelt, wenigstens einige Minuten vorher im Dunkeln verweile, wie lange, wird die Erfahrung in jedem Falle zeigen. Eben so wichtig ist es auch, dass während der Beobachtung selbst kein fremdes Licht störend einwirke. Zwischen hell erleuchteten Häusern oder geblendet von dem Glanze der

Strassenlaternen, wird man daher keine zuverlässige Beobachtung anstellen können, meistentheils selbst dann nicht, wenn das Auge auch nicht unmittelbar von dem fremden Lichteindrucke getroffen wird. Aus eben dem Grunde vermeide man, aus einem erleuchteten Zimmer zu beobachten. Ueberhaupt ist die Wahl des Ortes, von dem aus man beobachtet, eine wichtige Sache, und reiflich zu überlegen. Ein freier Platz, der den Ueberblick des ganzen Himmels gewährt, und von störendem Lichteinflusse völlig frei ist, sei es nun von demselben oder von verschiedenen Standpuncten aus, ist offenbar der wünschenswertheste Beobachtungsort, dürfte aber nur wenigen Städtern zu Gebothe stehen, und nur einzelnen begünstigten Landbewohnern zu erlangen möglich sein. Indess werden sich auch im Innern grösserer Städte meistens geräumige Plätze oder Gärten finden, von denen man einen bedeutenden Theil des Himmels übersehen kann, und man wähle dann jedesmal einen solchen, der für die gerade anzustellende Beobachtung geeignet ist, wobei im Allgemeinen die Entfernung von störendem Lichte der freieren Aussicht vorzuziehen sein wird. Kann man jene nicht vollkommen erlangen, so stelle man einen dunkeln Schirm, ungefähr 4 Fuss breit und 7 bis 8 Fuss hoch so vor sich hin, dass er den blendenden Gegenstand verdeckt, und man über oder neben ihm fort den Anblick der zu beobachtenden Stelle des Himmels hat. Ein solcher Schirm wird auch bei starkem Mondscheine gute Dienste leisten, wenn man ihn zwischen sich und den Mond stellt. Gegen den schädlichen Einfluss der allgemeinen Helligkeit, die der Mond verbreitet, hat man freilich kein Mittel sich zu schützen, und es ist nur zu rathen,

Beobachtungen, auf welche diese störend einwirkt, lieber gar nicht zu machen, oder wenn die Noth dazu zwingt, wenigstens anzumerken, dass der Mond gehindert habe. Ueberhaupt ist die sorgfältige Notirung aller Umstände, die auf eine Beobachtung schädlich einwirken könnten, nicht genug zu empfehlen, damit man nicht schlechten Beobachtungen mehr Zutrauen schenke, als sie verdienen.

Eine andre nothwendige Vorsicht bei jeder Art Beobachtungen ist, dass man das Wahrgenommene sogleich zu Papiere bringe. Vielfache Erfahrungen lehren, dass auch das beste Gedächtniss häufig trügt, besonders wenn mehrere und verschiedenartige Beobachtungen auf einander folgen. Wollte man diese Aufzeichnung aber beim Scheine einer Lampe vornehmen, so würde man das Auge für die nächste Beobachtung nicht nur eine Zeitlang müssen ruhen lassen, um es wieder an das Dunkel zu gewöhnen, sondern ihm bei häufigen Beobachtungen durch den öftern Lichtwechsel einen bedeutenden Theil seiner Empfindlichkeit für schwächere Lichteindrücke rauben, und es kann vor einem solchen Verfahren nicht genug gewarnt werden. Man gewöhne sich daher, im Dunkeln zu schreiben, indem man durch Hinunterrücken eines Fingers auf dem Papiere, oder dadurch, dass man dieses nach jeder Zeile umbiegt, verhindert, dass man nicht in einander schreibe. Noch besser aber ist es, in ein fest eingebundenes Notizbuch einen Rahmen von der Grösse des Papiers aus dünnen und schmalen Blechstreifen zu legen, auf den Drähte, stark genug, um im Dunkeln gegen das weisse Papier sich auszuzeichnen, gezogen sind, welche die Linien markiren, und zwischen welche man jedesmal schreibt.

Eine übersichtliche Kenntniss der vorzüglichsten Sternbilder und deren einzelner Hauptsterne darf wol bei jedem Liebhaber der Astronomie vorausgesetzt werden. Bei denjenigen Beobachtungen aber, von denen hier die Rede sein wird, ist eine mehr ins Einzelne gehende Bekanntschaft wenigstens mit gewissen Gegenden des gestirnten Himmels, wenn auch nicht unumgänglich nöthig, so doch sehr wünschenswerth, zeitsparend und der Genauigkeit förderlich. Man erwirbt sich diese leicht durch gute, nicht mit zu vielem Detail überladene Himmelscharten,* indem man an die grössern bekannten Sterne die schwächern anreihet. Um hierbei die öftere Abwechselung von Licht und Dunkel zu vermeiden, stelle man die Vergleichung der helleren Sterne mit den Charten aus einem erleuchteten Orte an; die schwächern

---

* Alle unsere bisherigen Himmelscharten leiden freilich an dem Fehler, dass die hellern Sterne keineswegs nach ihren wahren Lichtverhältnissen dargestellt sind, und von den schwächern manche gut sichtbare fehlen, während eine Menge andrer, keinem unbewaffneten Auge erkennbarer darauf dargestellt sind: Fehler, die ihren Gebrauch für unsern Zweck sehr schwierig machen. Die folgenden Zeilen von Sir J. Herschel (Memoirs of the roy. astron. Soc. vol. XII. p. 206) werden dieses so wie das früher über die Schädlichkeit des Lichtwechsels Gesagte bestätigen: „And when, as is the case with every „map I have ever used, *the leading stars in the map are not „those, which catch the eye by their brightness in the heavens,* „there arises a necessity of alternately poring over the maps by „candle-light and rushing out into the darkness to compare the impression (usually a most erroneous one) left on the memory by „such inspection, with the reality as exhibited in the sky: a necessity not only fatal to all delicacy of vision, but actually injurious „in a high degree to the organ itself.“ Daher glaube ich meine „Neue Uranometrie.“ Berlin bei S. Schropp et C. empfehlen zu können, in der ich diesen Uebelständen zum grössten Theile abgeholfen zu haben glaube.

lernt man beim Gebrauche leicht kennen, indem man immer schon bekannte in der Nähe findet, gegen die man die Lage jener leicht im Gedächtniss behalten kann.

Endlich möge noch bemerkt werden, dass so schätzbar auch eine jede sorgfältige und detaillirte Beschreibung eines einzelnen besonders ausgezeichneten Auftretens eines oder des andern Phänomens, so wichtig auch die genaue Angabe der Hauptmomente ist, dadurch doch die ununterbrochene Beobachtung auch der weniger auffallenden Erscheinungen nicht unnöthig gemacht wird. Denn es gibt viele Zweifel, welche allein durch eine, wenn auch nur kurze, Angabe wo möglich sämmtlicher, auch der unscheinbarsten, Erscheinungen gelöst werden können. Daher möge jeder Liebhaber, der die Absicht hat, recht Nützliches zu leisten, so oft seine Zeit es gestattet, den Himmel anblicken, ob sich nicht Gelegenheit zu einer Wahrnehmung darbiethe, und keine Wahrnehmung unnotirt lassen, auch die nicht, dass ungeachtet heitern Himmels Nichts zu beobachten war.

Nach diesen einleitenden Worten gehen wir zu den einzelnen Erscheinungen selbst über.

Das Nordlicht.

Diese prachtvolle Naturerscheinung gehört zwar als eine in der Atmosphäre vor sich gehende Aeusserung chemischer und physicalischer Kräfte, eigentlich in das Gebieth der Naturlehre, ihre Beobachtung ist indessen meistens den Astronomen anheimgefallen, die wegen ihrer nächtlichen Beschäftigungen und des freien Ueberblickes des Himmels, der ihnen zu Gebothe steht, am ersten darauf aufmerksam werden

müssen, und auch die geeignetsten Mittel besitzen, ihre Lage und Ausdehnung zu bestimmen. Jedoch sind die Astronomen vom Fach zu sehr mit andern Beobachtungen beschäftigt, als dass sie ihre ganze Aufmerksamkeit diesem einzelnen Phänomene, wie interessant es auch ist, widmen können. Darum möge es den Liebhabern der Astronomie um so mehr empfohlen sein. Denn das Nordlicht ist nicht nur eine der grössten, herrlichsten und merkwürdigsten Naturerscheinungen, sondern es wird uns auch, wenn erst vollständig erkannt, die wichtigsten Aufschlüsse über mehrere der verborgensten Naturkräfte geben. Dass es mit dem Magnetismus in enger Verbindung steht, gilt, unerachtet mancher scheinbar widersprechender Thatsachen, bei allen Physikern als ausgemachte Wahrheit. Dass mannigfache Bildungen und Zersetzungen von wässerigen Dünsten als Folge oder wahrscheinlicher als Ursache desselben dabei Statt finden, davon glaube ich eben so sichere Beweise zu haben, als der Einfluss von Temperaturveränderungen auf dasselbe wol nicht bestritten werden kann. Wie aber diese Naturkräfte, und vielleicht noch andre, zur Erzeugung des Nordlichtes mitwirken, oder ob dieses nicht vielmehr nur ein verschieden gestaltetes Auftreten einer Urkraft ist, wovon jene nur anders geartete Aeusserungen sind, darüber klärt uns noch keine Theorie auf. Alle bis jetzt aufgestellten, und es sind deren eine grosse Menge, sind nicht einmal im Stande, die gewöhnlichen Erscheinungen genügend zu erklären, geschweige denn die vielen Abweichungen von der Regel. Ueberhaupt ist das Phänomen zur Aufstellung einer haltbaren Hypothese über seinen Ursprung noch zu wenig erforscht. Man suche daher auch hier keine

solche, und eben so wenig eine detaillirte Beschreibung desselben. Bei seiner in den letzten Jahren häufigen Erscheinung wird das Allgemeine desselben wohl allen Lesern dieses Buches aus eigenem Anschauen bekannt sein, und namentlich werden die in dem grössten Theile von Europa sichtbar gewesenen prächtigen Nordlichter vom 7. Januar 1831 und 18. Februar 1837 noch in lebhafter Erinnerung stehen. Eine Beschreibung aber, die alle die verschiedenartigen Formen umfasste, in welchen verschiedene Nordlichter sich darstellen, alle die mannigfaltigen Abänderungen, mit denen sie auftreten, würde allein den Raum dieses Buches überschreiten. Es möge daher eine einfache Aufzählung der Haupterscheinungen genügen, um daran dasjenige anzuknüpfen, worauf bei der Beobachtung vorzüglich zu sehen ist. *

1) Ueber den Anfang des Nordlichtes sind nur sehr wenige und unvollständige Beobachtungen vorhanden. Das erste Stadium scheint zu sein, dass der nördliche Horizont, oft noch während der Dämmerung, durch eine schmutzigere Farbe das Dasein eines fremdartigen Stoffes verkündet. Später sieht man dann als zweites Stadium zuweilen eine mehr oder weniger ausgedehnte, schwache Helligkeit, die ohne bestimmte Gränze über einer Dunstschicht zu ruhen scheint. Gewöhnlich folgt dieser dann als drittes Stadium die bekannte scheinbar dunkle Wolkenbank,

---

* Genauere und ausführliche Nachrichten finden sich in folgenden Schriften: Mairan traité physique et historique de l'aurore boréale. 2. edit. Paris 1754. 4.; Kämtz Lehrbuch der Meteorologie. Halle 1831—1836. Bd. III. p. 446 ff. und besonders ausführlich in der neuen Auflage von Gehlers physicalischem Wörterbuche, Bd. VII. p. 113 ff.

die Basis, mit dem gegen diese hin scharf begränzten, auf der obern Seite mehr verwaschenen Lichtsaume. Sehr oft wird man jedoch von dem ersten, ja auch wol von dem zweiten Stadium nichts gewahr. Ich glaube nun, dass in diesen Fällen der Bildungsprocess nur sehr rasch vor sich gegangen, dass aber auch dann das schmutzige in das dunstige Aussehen des Horizontes übergegangen sei, die Lichthelligkeit sich allmälig von dem Himmelsraume abgeschieden, und, immer mehr und mehr sich zusammenziehend, den Lichtsaum gebildet habe. Indess habe ich selbst nie Zeit gehabt, den ganzen Hergang ununterbrochen zu verfolgen, und finde auch nirgends Daten darüber angegeben. Es wäre daher sehr wichtig, den ganzen Verlauf der Bildung von den ersten Anfängen an genau zu beobachten, und ein besonderes Augenmerk darauf zu wenden, ob etwa an bestimmten Puncten, z. B. in der Mitte oder an den Enden, die Helligkeit oder der Lichtsaum sich früher bildet, als an andern. Häufig zeigen sich an einzelnen Stellen des Horizontes, besonders an den Enden des Saumes, Dunstwolken. Auf die Gestalt derselben und die etwa in ihnen vorgehenden Aenderungen ist ein besonderes Augenmerk zu wenden, so wie darauf, ob durch sie Sterne gesehen werden können, wie diess in der Basis der Fall ist. Es ist aber noch keinesweges ausgemacht, ob nicht die Basis das Licht der Sterne schwächt, und daher dieses durch Vergleichung mit gleich hellen und gleich hoch ausserhalb der Basis stehenden Sternen zu ermitteln, wobei ein Opernglas besonders gute Dienste leisten wird.

2) Oft bildet sich über dem Lichtsaume und zwar mehrere Grade höher ein heller Bogen, der sich

von jenem wesentlich dadurch unterscheidet, dass ihm die dunkle Bank fehlt, und er meistens auch auf der obern Seite schärfer begränzt ist. Entsteht dieser Bogen, ähnlich wie der Lichtsaum, durch allmäliges Hellerwerden ?. bildet er sich vielleicht gar aus diesem oder der Helligkeit, und erhebt sich allmälig? oder zieht er sich gleich Anfangs in voller Helligkeit von einem Theile des Horizontes über den Himmel bis zum andern? Ferner wenn, wie das auch wol vorkommt, sich zwei oder mehrere Bögen über einander zeigen, ist dann bei diesen allen der Bildungshergang derselbe? Diess sind Fragen, zu deren Lösung, so wichtig diese auch für die Erklärung des Nordlichtes ist, bis jetzt alle Daten fehlen.

Zuweilen, obgleich sehr selten, zeigen sich Bögen, die von den gewöhnlichen verschieden zu sein scheinen. Sie treffen den Horizont in fast diametral entgegengesetzten Puncten, und überziehen den Himmel, nahe beim Zenith vorbeigehend, wie ein Gürtel, daher ich sie auch, wenn sie wirklich von den Bögen verschieden sind, Nordlichtgürtel nennen möchte. Sie haben eine Breite von 1 bis mehreren Graden (zuweilen will man sie sogar 15° breit gesehen haben), sind gleichmässig beleuchtet und ziemlich scharf an beiden Rändern begränzt. Sie entstehen gewöhnlich, indem sich zuerst ungefähr im Osten und Westen eine Licht- oder Dunstmasse zeigt, aus deren jeder ein Strahl aufsteigt. Diese Strahlen vereinigen sich in der Mitte des Himmels und bilden dann den Gürtel, dessen höchster Punct sich immer südlich vom Scheitelpunct und meistens in der Gegend des magnetischen Zeniths befindet, wenn man so den Punct des Himmels nennen will, nach dem das Südende

einer frei aufgehängten und nur durch magnetische Kräfte gerichteten Nadel hinzeigt. Die Gürtel haben ein ruhiges Licht, und verschwinden nach einer Dauer von einer halben bis ganzen Stunde, indem sie allmälig blässer werden, und sich mit sehr seltenen Ausnahmen langsam und gleichförmig nach Süden zu senken. Meistentheils zeigt sich mit ihnen gleichzeitig im Norden ein gewöhnliches Nordlicht; doch scheint dieses mit dem Gürtel in keinem Zusammenhange zu stehen, und zuweilen ganz zu fehlen. Nur selten hat man neben den Gürteln kurze und schwache, etwas gekrümmte Strahlen beobachtet, die zwar nicht aus ihnen hervorkommen, aber offenbar zu dem Phänomene gehören. Je seltner die Erscheinung solcher Gürtel ist, um so wünschenswerther sind Beobachtungen über dieselben, besonders auch über ihr Entstehen und Verschwinden.

3) In der Regel sind der Lichtsaum sowol, als die Bögen Theile von Kreisen, zuweilen aber scheinen sie sich auch elliptisch zu krümmen, und es sind schon Nordlichter gesehen worden, bei denen beide Scheitel der Ellipse deutlich über dem Horizonte zu erkennen waren. Es wäre nun interessant, bei solchen aus dem sichtbaren Stücke die Dimensionen der Ellipse zu erfahren, und auch bei den scheinbar kreisförmigen zu erforschen, ob sie nicht doch Bögen von einer Ellipse mit geringer Excentricität sind. Messungen mit Instrumenten lassen sich zur Entscheidung dieser Frage bei der grossen Veränderlichkeit der Bögen nur schwierig anstellen, indem die frühern Messungen einer andern Lage des Bogens zugehören würden, als die spätern. Desto besser lassen sich aber die Dimensionen durch die Lage der Sterne

bestimmen, welche in dem Lichtsaume oder dem Bogen stehen, oder deren obern und untern Rand berühren. Nur werden wegen der geringeren Durchsichtigkeit der Luft in der Nähe des Horizontes und der Helligkeit, die das Nordlicht selbst verbreitet, wol nur die hellern Sterne bis zur dritten oder höchstens vierten Grösse hinab noch sichtbar seyn, deren Anzahl, namentlich in mehreren Sternbildern, die gewöhnlich der Schauplatz von Nordlichtern sind, nur gering ist. Um daher eine einigermassen genaue Bestimmung zu erhalten, wird man häufig auch solche Sterne vergleichen müssen, die nicht unmittelbar berührt werden, indem man die Quantität schätzt, um die sie vom Rande der Erscheinung abstehen. Eine solche Schätzung wird aber nur dann mit Sicherheit gelingen, wenn man sie durch Vergleichung mit bestimmten Distanzen in jener Gegend des Himmels macht, oder sich durch sehr häufige Beobachtungen eine feste Vorstellung von dem Raume gebildet hat, den z. B. ein Grad am Himmel einnimt. Um sowol das Eine als das Andre zu erleichtern, mag hier eine Tafel von Distanzen zwischen leicht erkennbaren Sternen des nördlichen Himmels stehen. Es sind von einander entfernt

Θ und	26	Ursae maj.	27′	ε und	ζ	Cephei	77′
i „	k	Bootis	33	v „	φ	Herculis	92
γ „	λ	Lyrae	35	ν „	ξ	Ursae maj.	92
ι „	$\varkappa$	Bootis	36	δ „	ξ	Aurigae	94
β „	ν	Lyrae	39	λ „	μ	Ursae maj.	100
ζ „	λ	Cassiopeae	59	v „	φ	Persei	135
η „	Θ	Lyrae	65	α „	ζ	Cassiopeae	161
ι „	$\varkappa$	Ursae maj.	69	ε „	η	Aurigae	163
ι „	$\varkappa$	Andromedae	69	ε „	ζ	Aurigae	165

Ich bemerke aber, dass man diese Distanzen nur dann vergleichen darf, wenn die Sterne nicht zu hoch, und zugleich mehr senkrecht unter einander stehen, um die Fehler zu vermeiden, die aus der scheinbaren Vergrösserung aller Abstände zwischen Himmelskörpern in der Nähe des Horizontes und aus der Verschiedenheit entstehen, mit der man Längen von Linien schätzt, die nicht dieselbe Neigung gegen den Horizont haben.

4) Dieselben Beobachtungen, welche auf solche Weise zur Ermittelung der Gestalt des Phänomens angestellt werden, geben zugleich die sehr wichtige Bestimmung seiner Lage in Beziehung auf den Horizont und die Weltgegenden, wenn man noch die Zeit, wo möglich auf eine Minute genau, angibt, zu der sie gemacht wurden. Um aber das Azimuth der Mitte der Erscheinung genauer zu erlangen, wird es vortheilhaft sein, auch weiter entfernte Sterne zu vergleichen, die in demselben Verticale mit dem Puncte sich befinden, der sich am höchsten über den Horizont erhebt, dem G i p f e l, und denjenigen Puncten, in denen die Figur den Horizont schneidet, den E n d e n. Wenn diese wegen Dunstwolken nicht bis zum Horizonte reichen, so muss man durch Verfolgen der Figur die Puncte derselben zu erkennen suchen, in denen sie ihn berühren würde, wenn die Wolken nicht hinderten, und dann das Azimuth dieser Puncte bestimmen. Solche Bestimmungen in nicht zu langen Zwischenräumen wiederholt, werden über die Ortsveränderungen des Phänomens Auskunft geben. Sie pflegen meistens nach einer Richtung, auch ziemlich der Zeit proportional vor sich zu gehen, und es wird sich aus zu verschiedenen Zeiten angestellten

Beobachtungen durch Interpolation die Lage des Phänomens für jeden zwischenliegenden Zeitpunct berechnen lassen. Dadurch werden nun ferner die Wahrnehmungen an verschiedenen Orten mit einander vergleichbar, indem man sie auf dasselbe Zeitmoment reducirt. Die verschiedene Lage gegen den Horizont aber, in der sich die Erscheinung Beobachtern an verschiedenen Orten darstellt, ist das einzige Mittel zur Ermittelung der Höhe derselben über der Erde, so wie zur Beantwortung der Frage, ob diese überhaupt ermittelt werden könne, oder ob nicht vielmehr jeder Beobachter, wie seinen eigenen Regenbogen, so auch sein eigenes Nordlicht sehe. Das grosse Gewicht, mit welchem die Entscheidung dieser Frage auf eine künftige, richtige Theorie des Nordlichtes einwirken wird, macht es wünschenswerth, dass so oft sich nur ein Saum oder Bogen zeigt, recht viele Beobachter die Lage desselben bestimmen mögen. Die von einander entfernteren werden die sichersten Daten zur Bestimmung der Höhe des Phänomens geben, die einander nähern sich gegenseitig controlliren, und zugleich wesentlich die Beantwortung der zweiten Frage erleichtern. Ein besonderes Augenmerk ist noch darauf zu richten, ob die Bögen und der Saum concentrisch sind, oder nicht. Vor Allem aber, wenn zwei verschiedene Basen mit ihren Lichtsäumen sich zeigen, was allerdings sehr selten der Fall ist, muss die Lage dieser und ihr Verhalten gegen einander aufs Sorgfältigste untersucht werden.

5) Sobald das Nordlicht in Coruscationen übergeht, wenigstens in heftigere, wird jede Bestimmung der Lage durch die Unregelmässigkeit und die plötzlichen und ausgedehnten Aenderungen des Phänomens

unmöglich. Auch reisst dann die Pracht des Schauspiels selbst den ruhigsten Beobachter so hin, die mannigfachen, bald hier, bald dort sich darstellenden Erscheinungen lenken die Aufmerksamkeit auch des besonnenen Forschers so sehr von jedem bestimmten Puncte ab, dass nur das Allgemeine des Phänomens, seine ungefähre Lage und Ausbreitung ihm in Erinnerung bleibt. Die Coruscationen treten aber in sehr verschiedenen Formen auf, welche zuweilen bei demselben Nordlichte die eine in die andre übergehen, zuweilen einem bestimmten Nordlichte eigenthümlich sind. Um Gleichförmigkeit in die Beschreibungen zu bringen, wird es nöthig sein, für die verschiedenen Formen verschiedene bestimmte Ausdrücke zu gebrauchen; ich schlage die folgenden vor:

Wenn in dem Lichtsaume oder dem Bogen sich Unruhe zeigt, welche, ohne die Form im mindesten zu verändern, sich nur durch eine theilweise, schwache Verdunkelung darstellt, und einem sich fortbewegenden Rauche gleich von einem Ende zum andern zieht, nenne ich diess Rauch. Er zeigt sich besonders häufig in den Nordlichtgürteln.

Wenn eine Stelle des Lichtsaumes auffallend heller wird, sich, besonders in die Basis hinein, ausdehnt, möge diess ein Eingriff des Saumes in die Basis heissen, und wenn dieser Eingriff als eine lichte, kreisförmige Masse, um sich selbst kreisend, auf der Basis gleichsam fortrollt, ein Knäuel. Die Richtung, nach der dieser sich fortbewegt, ist anzumerken.

Strahlen sind die schmalen aus dem Lichtsaume oder den Bögen aufschiessenden, oben meistens in vielen Spitzen endigenden Lichtstreifen, die sich in der Länge, bald zusammenziehen, bald ausdehnen,

immer aber deutlich von einander geschieden sind. Die kürzern, weniger beweglichen, gewöhnlich in grosser Menge, immer aber alle von gleicher Länge, die Bögen besetzenden Strahlen könnte man noch besonders als Lichtbüschel bezeichnen. Sie sind mehr stabil, während die Strahlen sich am obern Ende oft krümmen, und zugleich eine Seitenbewegung haben, deren Richtung und Geschwindigkeit dann anzumerken ist.

Wenn Strahlen nicht aus dem Lichtsaume oder einem Bogen aufschiessen, sondern mitten am Himmel entstehen, wenn sie in grössern Partieen so zusammengedrängt sind, dass man die einzelnen nicht mehr erkennen kann, wobei ihre Anfänge und Spitzen gewöhnlich weder in derselben horizontalen noch irgend einem Bogen concentrischen Linie sich befinden, wenn diese einzelnen Partieen in sehr starker Bewegung sind, hin und her gleichsam fliegen, entstehen und verschwinden, um andern Platz zu machen, und ein grösserer Theil des Himmels davon überdeckt ist, so werden sie sehr bezeichnend Flammen genannt. Der Himmel scheint dann wirklich zu brennen, und der Anblick, den er dann gewährt, ist sehr wahr mit lodernden Spiritusflammen verglichen worden.

Zuweilen nehmen die Strahlen eine ganz eigenthümliche Gestalt an, indem sie sich bogenförmig über den ganzen Himmel ziehen, von den eigentlichen Bögen aber sowohl durch mattern Glanz, als auch besonders durch ihre ausserordentliche Beweglichkeit verschieden sind. Diese Bewegung findet in der auf ihre Längenausdehnung senkrechten Richtung Statt, indem sie, gleichsam um einen gemeinschaftlichen Mittelpunct sich drehend, fortwährend von und geg

einander bewegt werden, etwa so wie eine Masse von gleich grossen halben Ringen, die an ihren Enden auf einer gemeinschaftlichen Axe befestigt, abwechselnd gegen und von einander geschlagen werden. Ich weiss für diese höchst merkwürdige Erscheinung, die ich in ihrer grössesten Pracht am 5. Mai 1830 gesehen habe, keine recht bezeichnende Benennung, schlage daher den Ausdruck Bogenstrahlen vor.

Endlich sind noch die Nordlichtwolken zu unterscheiden; sie entstehen, wenn nach heftigen Coruseationen der einen oder andern Art die Kraft des Nordlichts gebrochen ist, der Stoff sich erschöpft hat, und wieder Ruhe eintritt. Dann bedecken eine Menge Wolken von mattem, weisslichem Nordlichtglanze, abwechselnd etwas heller und schwächer, immer aber sehr geringe leuchtend den Himmel. Sie erscheinen entweder unter der Form von kleinen Haufenwolken, Nordlichtgewölk, oder von langen, schmalen, Cirrhostratis ähnlichen Streifen, Nordlichtstreifen, und dauern oft die ganze Nacht durch; ja man will sie sogar den folgenden Tag noch am Himmel gesehen haben. Zu dieser Classe gehören auch die Nordlichtflecken, hellere Nordlichtwolken von unregelmässiger Form, die sich getrennt von dem übrigen Phänomene an einzelnen [illegible] Himmels zeigen; sie [illegible] Gestalt und Helligkeit [illegible] bar; zuweilen [illegible] ziehen sich wieder [illegible] ihren Ort und [illegible] Zwischenzeiten [illegible] schwinden [illegible]

um sogleich in der vorigen Helligkeit und Ausdehnung wieder zu erscheinen.

Von diesen Flecken ist eine Erscheinung wohl zu unterscheiden, die einige Aehnlichkeit damit hat, die Krone, die sich bei sehr starken Nordlichtern im magnetischen Zenithe zeigt, entweder in Form eines matt und ruhig glänzenden Fleckes oder eines mehr oder weniger vollständigen Kreises von ähnlichem Aussehen, welcher den blauen Himmelsraum einschliesst. Diese Krone nimmt an der allgemeinen, wenn sie sich zeigt, immer sehr heftigen Bewegung des Nordlichtes keinen Theil, und verändert ihre Lage unter den Sternen nur durch die tägliche Drehung des Himmels. Bis zu ihr hinan schiessen die Strahlen und Flammen von allen Seiten, aber nicht über sie hinaus, niemals wird sie von den Strahlenbogen bedeckt, wenn diese auch nördlich und südlich von ihr in der heftigsten Bewegung sind. Zuweilen sollen von ihr aus die Strahlen nach allen Seiten hinabfallen, den Himmel gleichsam in einen lichten Dom verwandelnd, während sie selbst in vollkommener Ruhe bleibt. Indess scheint das Wesen derselben doch noch nicht genau erkannt, und daher ist es um so wichtiger, ihre Lage und die verschiedenen Formen zu verschiedenen Zeiten recht genau zu untersuchen.

Eben so wichtig ist es aber auch, auf die übrigen im Vorigen beschriebenen Formen Acht zu geben, sie genau zu unterscheiden, wo möglich die Zeit anzugeben, wann die eine oder die andre eintrat, wann sie ihre grösste Stärke erreicht hatte, und wann sie aufhörte oder in eine andre überging. Ein ferneres Augenmerk ist auf die Ausdehnung des Phänomens zu richten, so wie darauf, ob die ganze Erscheinung

eine bestimmte fortrückende Bewegung zeigt, oder ob sie bald nach der einen, bald nach der andern Seite schwankend, im Ganzen ihren Ort beibehält. Auch auf die Farben und ihre Vertheilung ist sorgfältig zu achten. Es giebt Nordlichter, die immer denselben gelblichweissen Glanz behalten, und längere Perioden, in denen sie sich nie in andern Farben zeigen. Bei andern gewahrt man ein Farbenspiel besonders ins Rothe in allen Abstufungen; gewöhnlich zeigt sich dieses aber erst, wenn die Coruscationen eine gewisse Stärke und Höhe erreicht haben, und nicht an allen Stellen zugleich. Oft fangen die Strahlen weisslich an, und werden höher am Himmel erst roth; gewöhnlich sind die äussern Strahlen oder Flammen röther als die mittlern, diese oft ins Grünliche spielend, jene zuweilen ins Violette übergehend.

Wenn nur einzelne Strahlen aufschiessen, so wird man die Sterne angeben können, über welche diese fortgehen, woraus sich zugleich ihre Richtung gegen den Horizont ergeben wird. Auch ist anzumerken, ob sie an derselben Stelle bis zu ihrem Verschwinden bleiben, oder ob, und nach welcher Seite hin sie fortrücken. Eben so ist auch die Lage der Nordlichtflecken und Streifen durch die Sterne, die sie bedecken, genau zu bestimmen. Auch bei diesen Beobachtungen sind Zeitbestimmungen zur Vergleichung mit denen an andern Orten sehr wünschenswerth, je genauer, desto besser.

Zeigen sich Coruscationen, ohne dass vorher Basis, Lichtsaum oder Bogen bemerkt worden, was in südlichern Gegenden wohl häufig der Fall seyn dürfte, so ist dieser Umstand besonders zu erwähnen.

6) Die meisten Nordlichter gehen nicht in Coruscationen über, oder zeigen höchstens einzelne Strahlen, nach deren Verschwinden Lichtsaum und Bögen sich wieder regelmässig gestalten. Dann würden die unter 3) und 4) vorgeschlagenen Beobachtungen von Neuem anzustellen seyn. Ein Hauptaugenmerk ist aber, wie früher auf das Entstehen, so nun auf das Verschwinden derselben zu richten. Häufig geschieht dies dadurch, dass die früher erwähnten Dunstwolken den ganzen Himmel überziehen, und es wäre in diesem Falle interessant, wahrzunehmen, wie diese Bedeckung des Himmels vor sich geht. Wenn hingegen der Himmel heiter bleibt, würde das Phänomen bis zu seinem Aufhören zu verfolgen, und die Art, wie dies geschieht, zu bemerken sein. Sollte es zuweilen bis zur Morgendämmerung fortdauern, so würde die Beobachtung seines allmäligen Verschwimmens in derselben zu interessanten Folgerungen Veranlassung geben.

7) Ueber den Zusammenhang der Nordlichter mit dem Wetter ist viel gestritten worden. In einigen Gegenden sollen sie Kälte, in andern Sturm und feuchte Witterung vorherkünden, in manchen die sehr bewegten, Vorboten dieser seyn, auf die ruhigen, Kälte folgen. Im südlichen Finnland pflegte nach einem Nordlichte trübes und gelinderes Wetter einzutreten, das aber oft nicht einmal 24 Stunden anhielt. Blieb nach dem Verschwinden eines Nordlichtes der Himmel heiter, so konnte man fast mit Gewissheit den nächsten Abend auf ein neues rechnen. Auch habe ich dort fast regelmässig bemerkt, dass während des Phänomens das Barometer fiel, das Thermometer dem gewöhnlichen Temperaturgange entgegen stieg oder

wenigstens still stand. Ueberhaupt scheint nach allen gesammelten Thatsachen eine enge Verbindung zwischen dem Nordlichte und Wolkenbildung aus wässerigen Niederschlägen nicht zu bezweifeln, sei es nun, dass das eine Phänomen Folge des andern, oder beide einer gemeinschaftlichen Ursache sind. Es wird daher wichtig seyn, auf die Witterung, namentlich auch auf den Wind der folgenden Tage zu achten, und während der Erscheinung den Stand der meteorologischen Instrumente fleissig aufzuzeichnen. Interessant wäre es, wenn sich etwa ein Zusammenhang zwischen schnellen Wechseln im Stande dieses und den heftigen Coruscationen des Nordlichtes zeigen sollte.

8) Auf die Vertheilung der Nordlichter unter die verschiedenen Monate des Jahres ist bei manchen Hypothesen Rücksicht genommen worden. Sie ist aber noch keinesweges genau ermittelt, und ich glaube, dass die bisherige Annahme, dass um die Nachtgleichen sich häufiger Nordlichter zeigen, als zu andern Zeiten, sich durch das klarere Wetter in diesen Perioden im Verhältniss gegen die Wintermonate erklären lasse. Entscheidung hierüber wird man nur erlangen können, wenn man die Anzahl der Tage, an denen Nordlichter erschienen sind, mit der Anzahl derjenigen vergleicht, an denen sie nicht gesehen worden sind, obgleich weder bedeckter Himmel, noch zu starke Dämmerung ihre Sichtbarkeit verhinderten. Ein Beobachter, der begünstigt durch ganz freie Aussicht auf den nördlichen Horizont, alle, auch die unscheinbarsten Nordlichter und ihre ungefähre Dauer aufzeichnete, und daneben zugleich ein Register über die Zeit führte, während welcher ihre Sichtbarkeit durch eine fremde Ursache verhindert wurde, würde

daher eine zwar nicht mühelose, aber sehr verdienstliche Arbeit übernehmen.

Das Zodiacallicht.

Obgleich das Zodiacal- oder Thierkreislicht wohl zu allen Zeiten sichtbar gewesen ist, so finden wir es doch in den Schriften der Alten und der Chronisten des Mittelalters nur mit Mühe aus den abentheuerlichen Erzählungen von andern leuchtenden Meteoren heraus. Die früheste unzweifelhafte Beschreibung desselben als eines regelmässigen Phänomens findet sich in Childrey's Naturalhistorie von England vom Jahre 1659. Zwanzig Jahre später scheint Kimmart in Nürnberg es beobachtet zu haben.* Aber erst seitdem Dominic Cassini den 18. März 1683 und die folgenden Tage diese Erscheinung wahrgenommen und darüber ausführlich Bericht erstattet hatte, wurde sie allgemein bekannt, so dass dieser berühmte Astronom mit Recht für den ersten wahren Entdecker derselben gilt, der er auch den jetzt gebräuchlichen Namen gegeben hat.

Das Zodiacallicht zeigt sich entweder beim Aufhören der Abenddämmerung im Westen oder vor dem Beginne der Morgendämmerung im Osten als eine dem Lichte der Milchstrasse ähnliche Helligkeit in

---

* Er sagt (Miscellanea curiosa Dec. III. a. 1. p. 285 ff.) im Jahre 1694, es sei dies das 16te Jahr, dass das Licht in Nürnberg sich den Himmelsbeobachtern gezeigt habe. In der im Jahre 1661 zu Wittenberg herausgekommenen Schrift von Bohn, dissert. astron. de fascia zodiacali, von der Lalande in seiner Bibliographie meint, dass sie vom Zodiacallicht handele, ist unter fascia zod. wohl der Zodiacus selbst zu verstehen.

Gestalt eines Dreieckes, das mit der Basis auf dem Horizonte ruht, und sich nahe zu längs der Ecliptik fortzieht. Diese Helligkeit ist zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Gegenden sehr ungleich an Stärke, oft kaum zu erkennen, oft auffallend glänzend, so dass sie dann nicht nur die hellsten Stellen der Milchstrasse übertrifft, sondern selbst vor dem Lichte der mitten in ihr stehenden Mondssichel nicht erbleicht. Sie zeigt sich gewöhnlich weiss und etwas ins Röthliche schimmernd, bei reinem Himmel auch wohl auffallend roth, so dass Westphahl ihr Aussehen in Aegypten dem Widerscheine eines fernen Brandes vergleicht. * Sie ist in der Mitte der Erscheinung, einige Grade über dem Horizonte am stärksten, näher demselben oft kaum wahrnehmbar, nach den Rändern zu verwaschen. Meistentheils ist wenigstens in unsern Gegenden die nach Süden zu gelegene Seite schärfer begränzt, die nördliche, weniger deutlich, vermischt sich mit den letzten oder ersten Spuren der Dämmerung. Daher ist die Ausdehnung am Horizonte auch schwierig zu bestimmen; Cassini giebt sie zwischen 10° und 30° an, nach seinen Beobachtungen selbst wäre sie aber häufig viel grösser, einmal sogar 70° gewesen; Eimmart hat sie 40° breit gezeichnet. Eben so verschieden ist die Ausdehnung längs der Ecliptik, indem die Spitze gewöhnlich gegen 60°, zuweilen aber auch nur 50°, und zu andern Zeiten gegen und sogar über 90° von der Sonne entfernt gesehen worden ist, ja aus einigen Beobachtungen würde sich sogar ein Abstand von über 130° ergeben. Diese Spitze ist meistentheils etwas abgerundet

* Bode Astr. Jahrb. f. 1827. p. 185.

oder auch wohl nach unten zu krumm, zuweilen ganz abgestumpft, doch noch öfter so schwach, dass man ihre Gestalt nur mit Mühe erkennen kann. Die Ränder zeigen sich zwar nahezu als gerade Linien, nach den Darstellungen von Cassini und Mairan aber sollte man glauben, dass sie diesen Astronomen etwas convex nach aussen zu gebogen erschienen wären, während Zeichnungen von Horner und Huth * ihnen eine bedeutende concave Einbiegung geben, und letzterer, freilich kein sehr zuverlässiger Beobachter, behauptete, fast immer beide Ränder ungleich hyperbolisch gekrümmt zu sehen.

Das Zodiacallicht ist in den Tropenländern eine regelmässige Erscheinung, die sich jeden Morgen und Abend zeigt. Es ist dies nicht allein eine Folge des heitern Himmels und der kurzen Dämmerung, sondern besonders auch des Umstandes, dass dort die Ecliptik immer einen sehr grossen Winkel mit dem Horizonte macht. In unsern nördlichen Gegenden, in denen dieser Winkel zuweilen so klein ist, dass der sichtbare Theil der Ecliptik und des längs ihm sich fortziehenden Zodiacallichtes in den Dünsten des Horizontes verborgen ist, zeigt es sich nur unter günstigen Umständen, am deutlichsten Ende Februar und Anfangs März des Abends und in der Mitte des October Morgens, zu welchen Zeiten anderthalb Stunden etwa nach Sonnenuntergang oder vor Sonnenaufgang die Dämmerung nicht mehr oder noch nicht hinderlich ist, und zugleich die Ecliptik den grössten Winkel mit dem Horizonte macht. Zur Zeit der

* Monatl. Corresp. Bd. X, p. 219 und Astr. Jahrb. f. 1808. p. 241.

Sommersonnenwende ist es wegen der langen und starken Dämmerung, verbunden mit der, Morgens und Abends dann stattfindenden sehr schiefen Lage der Ecliptik gegen den Horizont noch nie erblickt worden. Dagegen hat man es um das Wintersolstitium herum sowohl Morgens als auch Abends beobachtet, indem dann der nachtheilige Einfluss der längern Dämmerung durch den geradern Stand der Ecliptik einigermassen aufgehoben wird. Ueberhaupt reichen die in unsern Gegenden beobachteten Abenderscheinungen von Mitte December bis Mitte Mai, die Morgenerscheinungen von Anfangs August bis Anfangs Januar.

Zur Erklärung des Zodiacallichtes nahm Cassini an, dass die Sonne von einer im Sinne der Umdrehungsaxe derselben stark abgeplatteten, in der Ebene des Aequators weit ausgedehnten Atmosphäre umgeben sei, welche durch den Reflex der Sonnenstrahlen, wie unsre Atmosphäre die Dämmerung, so jenen linsenförmigen Schein erzeuge. Die verschiedene Breite erklärte sich dann aus der verschiedenen Oeffnung der Ellipse, in welcher sich der Sonnenäquator am Himmelsraume projicirt, die verschiedene Länge aus der grossen Beweglichkeit der Materie, die unter gewöhnlichen Umständen bis etwas über die Venusbahn sich hinaus erstreckend, bei starker Aufregung bis weit über die Erdbahn hinaus sich ausdehne. Besonders wurde er auf diese Erklärung auch durch den Umstand geführt, dass die Mittellinie des Scheines nicht immer genau der Ecliptik folgte, sondern einen bald grössern, bald kleinern Winkel mit derselben zu machen, und nahezu mit der grossen Axe der Ellipse zusammen zu fallen schien, unter der der Sonnenäquator sich uns jedesmal darstellt. Auf eine

schwach reflectirende Sonnenatmosphäre von bedeutender Ausdehnung hatte man schon früher aus der lichten Glorie geschlossen, welche bei totalen Verfinsterungen der Sonne um diese gesehen worden war; die stark abgeplattete Gestalt liess sich bei der im Verhältnisse zu dem Umfange schnellen Axendrehung der Sonne wohl vermuthen, und die übrigen Unregelmässigkeiten zu erklären reichte die verschiedene Durchsichtigkeit unserer Atmosphäre immer hin. Daher fand denn auch diese allerdings sehr sinnreiche Hypothese, die nachher Mairan weiter ausbildete und in seinem oben erwähnten grossen Werke zur Erklärung des Nordlichtes benutzte, so allgemeinen Anklang, dass man sie für fest begründet hielt, und sich nicht weiter Mühe gab, sie den einzelnen Erscheinungen genauer anzupassen, noch weniger, diese durch sorgfältige und ununterbrochen fortgesetzte Beobachtungen im Detail zu studiren. Erst ein Jahrhundert später machte Laplace darauf aufmerksam, dass nach den Gesetzen der Schwere eine so bedeutende Abplattung, wie sie das Aussehen des Zodiacallichtes bei der Sonnenatmosphäre erfordere, nicht Statt finden könne, und dass sich auch die angenommene grosse Ausdehnung derselben nicht mit der Newton'schen Theorie in Uebereinstimmung bringen lasse, indem schon in einem Abstande von der Sonne weit innerhalb der Mercursbahn die Anziehungskraft derselben nicht mehr ausreiche, um der starken Centrifugalkraft der Materie das Gleichgewicht zu halten. Aber abgesehen von dieser durch die Theorie bewiesenen Unmöglichkeit der Hypothese, wollen auch die einzelnen Beobachtungen sich nicht gut in dieselbe fügen. Zwar ist es sehr schwierig, aus den wenigen

und ziemlich unvollständigen, die vorhanden sind, den Winkel, den die Mittellinie der Erscheinung zu verschiedenen Zeiten mit der Ecliptik macht, genau zu ermitteln, indem die Lage der Spitze sehr von atmosphärischen Umständen abzuhängen scheint, und die Beobachtungen von einem zum andern Tage oft ganz widersprechende Resultate gewähren. Doch glaube ich aus der Vergleichung der zuverlässigeren derselben schliessen zu müssen, dass zwar die Neigung der beiden Ebenen, nämlich der des Zodiacallichtes und der des Sonnenäquators, mit der Ecliptik nahezu gleich gross, etwa sieben bis acht Grade sei, dass sie aber die Erdbahn nicht in denselben Puncten durchschneiden, und fast scheint es, als wenn die Knotenpuncte der Ebene des Zodiacallichtes veränderlich sind.

Daher hat man in neuerer Zeit eine andere Hypothese aufgestellt, oder ist vielmehr im Wesentlichen zu der frühesten von Cassini und besonders von Fatio geäusserten zurückgekommen. Man nimmt an, dass ausser den Planeten, Monden und Cometen noch eine unzählbare Menge kleinerer Körper zu unserm Sonnensysteme gehören, welche, wie jene, mit eigenthümlicher Centrifugalkraft begabt, die Sonne nahezu in der Ebene ihres Aequators umkreisen. Diese Körper wären nun zwar jeder einzeln viel zu klein, um uns sichtbar zu werden, bildeten aber durch ihre Menge eine Masse, gross genug, um sich durch den Reflex der Sonnenstrahlen sichtbar zu machen, so wie wir die Milchstrasse deutlich gewahr werden, obgleich jeder einzelne der Millionen sie bildender Sterne unserm selbst schwach bewaffneten Auge unsichtbar ist. Es leuchtet ein, dass eine solche Schaar von

Planetoiden, mögen sie nun den ganzen Himmelsraum bis zur Sonne ausfüllen, oder diese in einem einzigen breiten Gürtel in der Nähe der Erdbahn umschweben, sobald die Ausdehnung der Masse senkrecht auf die Ebene der Ecliptik nicht gar zu bedeutend angenommen wird, uns immer ein dem Zodiacallichte ähnliches Phänomen zeigen muss. Diese Hypothese würde auch die bald grössere, bald geringere Länge und Breite des Scheines sehr gut dadurch erklären, dass die Planetoidenschichte, indem entweder alle oder die äussern derselben in bedeutend excentrischen Bahnen kreisen, sich zu gewissen Zeiten weiter von der Sonne entfernt, als zu andern, und indem die Neigungen ihrer Bewegungsebenen verschieden sind, hier ausgebreiteter nach der auf der Ecliptik senkrechten Richtung ist, als dort. Sie würde aus denselben oder ähnlichen Ursachen die zuweilen beobachtete Verschiedenheit in der Gestalt des Scheines und die verschiedene Helligkeit desselben zu verschiedenen Zeiten herleiten können. Was ihr aber ein besonderes Interesse gibt, ist die Verbindung, in die sie unser Phänomen mit den Sternschnuppen bringt. Zwar hat sich gegen eine solche Verbindung, auf die zuerst Biot aufmerksam gemacht hatte, in diesen Jahrbüchern eine sehr gewichtige Stimme: die von Olbers, erklärt; allein dessen Hauptgegengründe beruhen auf zwei Annahmen, die zwar gewöhnlich gemacht werden, die aber noch keinesweges aus den Beobachtungen erwiesen sind, worüber sich später Gelegenheit finden wird, zu sprechen. Ob nun diese Verbindung wirklich Statt findet, oder nicht, ob überhaupt die Hypothese richtig ist, oder falsch, können nur nach einem richtigen Plane angestellte und

eifrig fortgesetzte Beobachtungen entscheiden, die vorzüglich folgende Puncte umfassen müssten:

1) vor Allem die Gestalt und Lage der Erscheinung. Um diese zu ermitteln, zeichne man genau die Sterne auf, welche die Ränder berühren, oder welchen diese in geringen Entfernungen vorbeigehen. Mit besonderer Sorgfalt verfahre man hiermit an der Spitze, die häufig sehr fein und kaum bemerkbar in den Himmelsgrund übergeht, zumal wenn sie sich in der Nähe der Milchstrasse befindet. Wo nach dem Horizonte hin wegen der Dämmerung und der Dünste die Gränzen schwieriger zu erkennen sind, was besonders am Nordrande oft der Fall seyn wird, suche man diese durch Fortsetzung des deutlicher sichtbaren Zuges zu ermitteln, und wenn dann in oder nahe diesem keine Sterne sichtbar sind, komme man dem Gedächtnisse durch eine Zeichnung zu Hülfe, auf der das Gemuthmasste von dem wirklich Gesehenen etwa durch punctirte Linien unterschieden würde. Eine solche Zeichnung könnte in vielen Fällen auch die Figur der Spitze deutlicher machen, als sie sich aus den Sternen ergiebt, und selbst zuweilen für kleine Abweichungen der Ränder von der geraden oder einer bestimmten krummen Linie wichtig seyn. Ist es möglich, die Linie der stärksten Helligkeit deutlich zu erkennen, so bestimme man auch dieser Lage durch die Sterne, über die sie fortgeht. Bei allen diesen Bestimmungen hüte man sich aber ja vor vorgefassten Meinungen. Je schwieriger die Gegenstände zu beobachten sind, desto näher wird man der Gefahr seyn, sie so zu sehen, wie man es erwartete, und man suche daher so viel möglich jede Erwartung aus dem Sinne zu verbannen.

2) Die **Helligkeit** ist so sehr von dem Zustande der Luft und der grössern oder geringern Intensität der Dämmerung abhängig, dass dadurch die Schwierigkeiten, die mit einer jeden photometrischen Bestimmung verbunden sind, noch bedeutend vermehrt werden. Nur von vergleichenden Beobachtungen kann man einige Sicherheit erwarten, und es bietet sich als Vergleichungspunct wegen der Aehnlichkeit des Lichts von selbst der Schimmer der Milchstrasse dar. Diese hat an verschiedenen Stellen sehr verschiedene Helligkeit, und man wird daher diejenigen heraussuchen, und durch die zunächst liegenden Sterne bezeichnen können, welche mit den einzelnen Partien unseres Phänomens sich gleich hell zeigen. Man wähle aber solche Gegenden der Milchstrasse aus, die mit den zu untersuchenden Puncten des Zodiacallichtes nahe gleiche Höhen haben, um dadurch die atmosphärischen Einflüsse so viel möglich zu eliminiren. Kann man ausserdem seine Wahl so treffen, dass die zusammen zu haltenden Theile beider Erscheinungen dieselbe Stellung gegen die Dämmerung einnehmen, so wird man eine Sicherheit erlangen, wie sie bei so schwierigen Untersuchungen nur gewünscht werden kann.

Ein andres Mittel, die Helligkeit zu ermitteln, geben uns die Sterne, deren Glanz durch den Schimmer des Zodiacallichtes verdunkelt wird. Man bemühe sich daher nach einer guten Charte erst die Sterne sechster Grösse zu ermitteln, die man nicht sehen, so wie diejenigen, die man eben noch erblicken kann, und gehe dann, wo es nöthig ist, zu denen der fünften über. Wenn man nun mehrere Abende hinter einander, nahe zu derselben Sternzeit, diesel-

ben Sterne wieder aufsucht, wird man etwaige Veränderungen der Helligkeit leicht gewahr werden, die zum grössten Theile unabhängig vom Zustande der Atmosphäre seyn müssten.

Beobachter, denen mässige Fernröhre zu Gebote stehen, finden in diesen noch ein Mittel zur Bestimmung der Helligkeit. Wenn man das Ocular eines solchen bedeutend über den Punct des deutlichen Sehens herauszieht, zeigen sich bekanntlich die Sterne als Scheiben von diffusem Lichte, um so grösser und schwächer, je weiter man den Focus des Oculars von dem des Objectivs entfernt. Man wähle nun einen bekannten und nicht zu schwachen Stern, der in demjenigen Theile des Scheines steht, dessen Helligkeit man messen will, ziehe das Ocular, wo es nöthig ist, durch Hülfe einer besondern Einsatzröhre, so weit heraus, bis das diffuse Licht des Sterns, im Fernrohre durch das eine Auge gesehen, dem Zodiacallichte, mit dem andern Auge betrachtet, an Intensität gleich kommt, und notire diesen Punct des Auszuges. Diese Beobachtung wiederhole man mehrere Male, und wechsele dabei mit den Augen, so dass abwechselnd das rechte und linke durchs Fernrohr und direct sieht, wodurch man die verschiedene Empfänglichkeit des Auges für Lichteindrücke eliminirt. Aus den bei den verschiedenen Versuchen notirten Puncten nehme man nun das Mittel, und messe den Abstand desselben von dem gleichfalls durch verschiedene Versuche, aber ein für allemal, ermittelten Puncte, bis zu welchem man das Ocular einschieben muss, um die Sterne vollkommen deutlich zu sehen. Auch hier benutze man so lange als möglich dieselben Vergleichungssterne, und ermittele zugleich durch ähn-

liche Versuche die relativen Helligkeiten der einzelnen. Solche Beobachtungen kann man mehrere an einem Abend oder Morgen machen; besonders sei man aber aufmerksam auf die Zeitpuncte, wann die erste deutliche Spur des Zodiacallichtes sich zeigt, und wann dieses nicht mehr mit Sicherheit erkannt werden kann.

3) Die Farbe. Ihre Ermittelung ist nicht allein an und für sich interessant, sondern auch nothwendig, um Helligkeitsschätzungen verschiedener Beobachter mit einander vergleichen zu können. Denn die verschiedenen Farben machen nicht auf alle Augen gleichen Eindruck, und namentlich scheint der der rothen Farbe ein sehr verschiedenartiger zu seyn. Auch die Farbe selbst schätzen verschiedene Augen verschieden, und diese Farbenschätzungen werden daher immer subjectiv, aber zu Vergleichung der verschiedenen Erscheinungen doch sehr wichtig seyn.

4) Der Wechsel der Erscheinung zu verschiedenen Zeiten. Dieser wird sich allerdings schon aus den bis hier vorgeschlagenen Beobachtungen ergeben. Indess wird es immer gut seyn, den Totaleindruck noch besonders mit den vorhergehenden Erscheinungen, wie diese in der Erinnerung leben, zu vergleichen. Besonders aber sei man an solchen Tagen, an denen sich das Phänomen nicht darstellt, auf das Aussehen des Himmels, auf seine geringere oder grössere Trübung in der Nähe des Horizontes, auf die Helligkeit der Dämmerung, und überhaupt auf alle Umstände aufmerksam, die sein Nichterscheinen bewirkt haben könnten, vergleiche sie mit den Zuständen, unter denen es sich sonst gezeigt hatte, und suche auf diese Art zu bestimmen, ob das Aus-

bleiben des Phänomens aus fremden Ursachen zu erklären sei, oder ob dieses von dessen eigener Veränderlichkeit herrühre.

5) Endlich sei man auch auf andre Erscheinungen aufmerksam. Mairan glaubte bekanntlich an einen innigen Zusammenhang zwischen dem Zodiacal- und Nordlichte. Cassini glaubte wahrgenommen zu haben, dass das Zodiacallicht dann auffallend schwach sei, wann wenige Sonnenflecken sich zeigten. Andre haben es wohl gar aus einem Reflexe der Sonnenstrahlen in unserer Atmosphäre erklären wollen. Obgleich nun wohl die grösste Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass sein Ursprung cosmisch sei, so darf man doch, ehe dies bis zur Evidenz erwiesen ist, auch die andern Hypothesen nicht ausser Acht lassen, wäre es auch nur, um ihre Unstatthaftigkeit durch das Nichteintreffen der Erscheinungen, die aus ihnen folgen müssten, klar zu machen.

Die Sternschnuppen.

Sie sind eine so bekannte Erscheinung, und die Aufmerksamkeit der Freunde der Astronomie und Meteorologie ist in den letzten Jahren so sehr auf ihre Eigenthümlichkeiten und die verschiedenen Umstände, mit denen sie auftreten, gerichtet gewesen, dass es unnöthig ist, über das Wesen des Phänomens selbst etwas Weiteres zu sagen. Besonders sind die periodischen, massenweisen Wiederkehren derselben gegen die Mitte des August und des November von vielen Seiten eifrig beobachtet und discutirt worden, und auch diese Jahrbücher enthalten mehrere Aufsätze über ihre merkwürdigen Erscheinungen, besonders

den ebenso interessanten als lehrreichen von Olbers im Jahrgange für 1837. Eben so bekannt sind wol die Bemühungen von Benzenberg, Brandes, Olbers, Bessel, A. Erman, Boguslawski, Quetelet, Feldt und andern, die Richtung ihres Laufes, ihre Höhe über der Erde und ihre Geschwindigkeit zu ermitteln, so wie die Gründe für die jetzt ziemlich allgemein angenommene Hypothese, dass diese Lichterscheinungen von kleinen, in unzähliger Menge um die Sonne sich bewegenden, Körperchen herrühren, die nur, wenn sie in unsre Atmosphäre treten, durch Entzündung erst sichtbar werden. Der unumstösslichen Begründung dieser Hypothese, und zumal der von Biot aufgestellten Vermuthung, dass sie dieselben Körper seien, die aus der Entfernung gesehen, durch ihren Reflex das Zodiacallicht bilden, stellen sich aber noch manche Schwierigkeiten entgegen. Um so nöthiger ist es daher, dieses Phänomen noch sorgfältiger als bisher, und nach einem bestimmten Plane zu verfolgen. Hierzu bedarf es aber der vereinten Anstrengungen vieler Beobachter, zumal da Mondschein und trübe Nächte auf der nördlichen Halbkugel so häufig die Beobachtungen vereiteln, und es wol noch lange dauern wird, ehe in den Tropenländern und auf der Südseite unsrer Erde der Sinn für solche Forschungen erwachen wird. Namentlich sind einmal die schon fest erkannten Perioden des häufigern Erscheinens dieser Meteore genauer zu untersuchen, andre vielleicht noch aufzufinden; dann hauptsächlich ihre Höhe über der Erde, die Geschwindigkeit und Richtung ihrer Bewegung genauer als bis jetzt geschehen konnte, zu ermitteln, und endlich über die Natur der Schweife, die die hellern hinter sich her-

ziehen oder zurücklassen, Aufklärung zu suchen. Die auffallend grosse Menge von Sternschnuppen, die sich in den Tagen vom 12. bis 14. November zeiget, ist jetzt durch ein Decennium alljährlich constatirt worden. Von frühern Erscheinungen in derselben Jahreszeit sind ausser der prachtvollen, von Humboldt und Bonpland i. J. 1799 beobachteten, die zur Entdeckung der Novemberperiode die erste Veranlassung gab, in den Chroniken des Mittelalters deutliche Spuren aufgefunden worden in Beschreibungen von leuchtenden Phänomenen, die unbezweifelt Sternschnuppenregen erkennen lassen.* Fast ebenso regelmässig haben sich, seit man darauf aufmerksam geworden, die Sternschnuppen im ersten Drittel des August gezeigt, nur dass diese nicht in einen so engen Zeitraum eingeschlossen zu seyn scheinen, und auch von ihnen hat man frühere Erscheinungen aufgefunden. Aber ausser diesen beiden Hauptepochen hat man noch andre Tage

---

* Im Allgemeinen ist aber bei der Deutung von solchen ältern Beschreibungen die grösste Vorsicht anzuwenden. Man darf nie vergessen, welchen grossen Einfluss Furcht, Aberglaube, Unkenntniss der Naturkräfte und der Reiz, das Wunderbare noch wunderbarer zu machen, auf ungebildete Gemüther haben, und wie sie selbst die wahrhaftigsten Menschen zu richtiger, vorurtheilsfreier Beobachtung und Beschreibung des Gesehenen unfähig machen. So sind denn jene abentheuerlichen Beschreibungen von feurigen Balken, Kreuzen und Schwertern, von tanzenden Ziegen, von in Feuer streitenden Heeren, von Oeffnungen des Himmels u. s. w. entstanden, woraus man oft Alles herausfinden kann, was man darin sucht. Wirklich ist auch manche Erscheinung, die frühere Cometenschriftsteller für einen Cometen, Merian für ein Nordlicht angesehen haben, uns neuerdings als ein Sternschnuppenregen wieder vorgeführt worden. Indess ist die Zahl der unbezweifelbaren Beschreibungen von Phänomenen letzterer Art sehr gross, und namentlich hat sich Quetelet in seinen beiden Catalogen das Verdienst erworben, alles offenbar nicht hieher Gehörige mit Sorgfalt auszusondern.

des Jahres erkannt, an denen mehrere Male zu verschiedenen Zeiten sich Sternschnuppen in ungewöhnlicher Menge gezeigt haben. Quetelet hebt von diesen besonders heraus die Nächte vom 20. bis 26. April, die Mitte des Octobers, die Zeit um den 6. und 7. December, und mit einigem Zweifel den 2. Januar. Erman fügt ihnen noch das Ende des Februar hinzu. Merkwürdig ist, dass alle diese Erscheinungen in den ältern Zeiten um mehrere Tage früher eingetreten sind, als jetzt. Eine unbezweifelte Festsetzung dieser Epochen wäre von grosser Wichtigkeit und eben so wichtig die Entdeckung noch andrer. Ueberhaupt aber scheint es unumgänglich nöthig, die Häufigkeit der Sternschnuppen an den verschiedenen Tagen das ganze Jahr hindurch festzusetzen, um zu einer klaren Einsicht darüber zu gelangen, ob hier Regelmässigkeit herrscht, oder ob in verschiedenen Jahren verschiedene Tage durch häufiges Erscheinen dieser Meteore sich auszeichnen. Im Allgemeinen glaubt man, dass sie in den Monaten August bis December sich häufiger zeigen, als in dem übrigen Theile des Jahres; doch widersprechen dem wieder einzelne Beobachtungsreihen, und es könnte die scheinbar grössere Anzahl in den letzten Monaten des Jahres auch wol daher rühren, dass in den frühern in den gewöhnlichen Beobachtungsstunden der Punct des Himmels, nach dem die Erde fortrückt, und in dessen Nähe im Herbste die meisten Sternschnuppen erscheinen, nicht über dem Horizonte ist. Ich sage, es könnte daher rühren; denn untersucht ist dieser Umstand noch nicht, und überhaupt wissen wir über die Vertheilung der Meteore über die einzelnen Gegenden des Himmels, ausser in den August- und November-

epochen, gar nichts. Für diese Epochen hat es sich mit Bestimmtheit herausgestellt, dass die bei weitem grössere Zahl von Meteoren sich in der Himmelsgegend zeigt, nach der die Erde dann hinrückt, und dass die Richtungen fast aller, rückwärts verlängert, sich nahe in einem Puncte vereinigen, der dieselbe Länge hat mit dem Puncte selbst, auf den die Bewegung der Erde gerade zu geht (ich nenne ihn den Tangentialpunct), aber bedeutend, besonders im August, nach Norden von der Ecliptik abweicht. Man hat daher auch wol diese Sternschnuppen von den andern, die man sporadische genannt hat, geschieden. Es könnte aber sehr wol sein, dass man nur in den frühern Monaten aus dem oben angeführten Grunde die Hauptmasse der Sternschnuppen nicht beobachtet, und daher die gemeinschaftliche Richtung nicht erkannt hätte. Aber selbst, was man unter vielen Meteoren zu verstehen hat, ist noch unentschieden, da die einzelnen Angaben über die mittlere Zahl derselben höchst schwankend sind. Benzenberg setzt die Anzahl, die ein einzelner Beobachter während einer Stunde erblickt, zwischen 3 und 9; Quetelet glaubt, dass 8 in einer Stunde die Mittelzahl für einen Beobachter sei, Olbers hält diese Zahl für zu gross, und andre geben 10, 12 und noch mehrere an.

Zur Entscheidung dieser Zweifel, zur richtigen Erkenntniss der Vertheilung der Sternschnuppen über die verschiedenen Zeiten und Himmelsgegenden sind nun allerdings Jahre lang ununterbrochen fortgesetzte Beobachtungen, wo möglich an recht verschiedenen Orten angestellt, nöthig. Aber jede auch nur wenige Monate lang fortgesetzte Beobachtungsreihe wird einen

schätzbaren Beitrag liefern, und am Ende ist, wenn man die vielen trüben oder mondscheinhellen Nächte abrechnet, in denen nicht beobachtet werden kann, der Zeitaufwand nicht so bedeutend. Die ersten gewonnenen Resultate aber, — und sie müssen hier, wo wir noch gar nichts wissen, sich sehr bald zeigen, — sie werden die aufgewandte Mühe und Anstrengung, auch wol häufig Langweiligkeit des Unternehmens reichlich belohnen; sie werden die Kräfte neu beleben, den Muth stählen, die Ausdauer vermehren, und wer sich ursprünglich nur zu einigen Monaten entschloss, wird nach Verlauf mehrerer Jahre freudig erstaunen über die reichliche Ausbeute, die er erhalten hat. Was nun die Anordnung der Beobachtungen zu diesem Zwecke betrifft, so würde ich die folgende vorschlagen. Jede durch Wolken oder Mondschein nicht hindernde Nacht, wende man zwei Stunden dazu an, wo möglich zu einer Zeit, wann der Tangentialpunct über dem Horizonte ist. Während einer Stunde richte man den Blick auf diesen Punct selbst, während der andern auf einen von ihm etwa um 90° abstehenden. Man wird ungefähr 70° bis 80° im Azimuth und 50° bis 60° in der Höhe zu gleicher Zeit so ins Auge fassen können, dass man nichts übersieht, was an diesem Theile des Himmels vor sich geht. Man notire nun jede wahrgenommene Sternschnuppe, ohne den Blick vom Himmel zu wenden, auf eine der vorhin beschriebenen Arten, und zwar gebe man ungefähr die Zeit und den Ort ihrer Erscheinung, so wie die Richtung ihres Laufes entweder nach den Sternen an, bei denen sie vorbeizog, oder wenigstens durch das Sternbild, in welchem sie erschien, und die Weltgegend, nach der sie hinflog.

Zugleich merke man ihre Farbe und ihre Helligkeit an, die letztere, indem man sie mit den Sternen der verschiedenen Grössen, die hellern mit Jupiter und Venus vergleicht. Ausserdem achte man darauf, und notire es, wenn der Zug einer Sternschnuppe etwa scheinbar von dem grössten Kreise, also wirklich von einer geraden Linie abweicht; man suche zu unterscheiden, ob ihre scheinbare Grösse nur von dem überfliessenden Lichtglanze herrührt, oder ob man einen wirklichen Durchmesser erkennen könne; man suche zu bestimmen, ob der Glanz während der ganzen Erscheinung derselbe bleibt, oder ob sich darin ein Culminationspunct wahrnehmen lässt, ob sie plötzlich oder allmälig schwächer werdend verschwindet, und besonders, ob sie etwa, nachdem sie schon ganz verloschen war, noch einmal wieder aufflammt, was bisweilen beobachtet worden ist. Wenn die Sternschnuppe einen Schweif hinter sich herzog, so suche man dessen Länge in Graden zu schätzen, so wie seine Breite; bemerke, ob und wie lange ungefähr dieser nach dem Verlöschen des Meteors selbst noch sichtbar bleibt, auf welche Art er verschwindet, ob allmälig und gleichförmig in der ganzen Ausdehnung, oder an einzelnen Stellen früher, an andern später; endlich notire man, ob diese zurückgelassene Spur sich gegen die Sterne bewegt, oder stillsteht, ob sie ihre Gestalt verändert, sich krümmt, ausdehnt, oder zusammenzieht. Zu allen diesen Beobachtungen wird man, bei der kurzen Dauer der Erscheinung, keine Zeit haben, man sehe daher bei der einen auf diess, bei der andern auf jenes, nie aber auf mehr, als man mit voller Ueberzeugung ermitteln kann.

Es wird nun gut sein, mit dem zweiten Beobach-

tungspuncte zu wechseln, indem man ihn auf dem grössten Kreise, dessen Pol der Tangentialpunct ist, von Abend zu Abend um etwa 60^0 bis 70^0 verschiebt, wobei es natürlich nur einer ganz rohen Schätzung bedarf. Wenn es angeht, wird es gut sein, die Stunde, in der man nach dem einen Puncte hinsieht, zu theilen, und zwischen diese beiden halben Stunden die ganze zu schreiben, in der man nach dem andern Puncte sieht. In denjenigen Monaten aber, in denen der Tangentialpunct erst spät aufgeht, muss man, um nicht zu nahe dem Horizonte zu beobachten, auf diese Anordnung verzichten, und erst nachdem man eine ganze Stunde nach dem zweiten Puncte gesehen hat, zu ihm sich wenden. Im März und April wird es am zweckmässigsten sein, früh aufzustehen, und in den Morgenstunden zu beobachten, zumal wenn etwa der eigentliche Mittelpunct des Phänomens, wie im August und November nördlich, so dann südlich von der Ecliptik liegen sollte. Wer indessen keine Gelegenheit hat, in so späten Abend- oder frühen Morgenstunden zu beobachten, in denen der Tangentialpunct über dem Horizonte ist, wird doch immer durch Vergleichung der Zahl der Sternschnuppen an andern Puncten des Himmels zu verschiedenen Zeiten Nützliches leisten. Sehr wichtig wäre es, wenn sich zwischen den Tropen Beobachter dieses Phänomens fänden, indem dort der Tangentialpunct das ganze Jahr hindurch nahe um Mitternacht aufgeht, oder wenn uns hiebei Beobachtungen von der Südhälfte unsrer Erde zu Hülfe kämen.

Zur Bequemlichkeit der Beobachter habe ich in der folgenden Tabelle für Mitternacht von 10 zu 10 Tagen die Geradeaufsteigung und Abweichung des Tan-

gentialpunctes, so wie seinen ungefähren Aufgang zu Altona angegeben. Die Zeiten sind astronomisch von Mittag gezählt und mittlere für den Meridian in Altona. Eigentlich gilt diese Tabelle nur für das Jahr 1844, kann aber ohne Nachtheil für andre gebraucht werden.

1844.	AR.	Decl.	Aufgg.	1844.	AR.	Decl.	Aufgg.
Jan. 0	188° 56′	− 3° 51′	12ʰ 15′	Juli 8	15° 34′	+ 6° 39′	11ʰ 19′
„ 10	198 18	− 7 44	12 34	„ 18	24 40	+10 16	10 55
„ 20	207 41	−11 24	12 53	„ 28	33 59	+13 38	10 34
„ 30	217 22	−14 45	13 13	Aug. 7	43 33	+16 39	10 14
Febr. 9	227 19	−17 42	13 32	„ 17	53 25	+19 13	9 57
„ 19	237 33	−20 7	13 50	„ 27	63 35	+21 14	9 44
„ 29	248 3	−21 56	14 6	Sept. 6	74 1	+22 39	9 35
März 10	258 43	−23 3	14 21	„ 16	84 38	+23 22	9 33
„ 20	269 30	−23 28	14 28	„ 26	95 20	+23 22	9 36
„ 30	280 14	−23 8	14 29	Oct. 6	106 1	+22 39	9 45
Apr. 9	290 50	−22 5	14 24	„ 16	116 34	+21 13	9 56
„ 19	301 13	−20 22	14 14	„ 26	126 53	+19 9	10 15
„ 29	311 18	−18 4	13 59	Novb. 5	136 57	+16 30	10 33
Mai 9	321 3	−15 15	13 40	„ 15	146 45	+13 23	10 52
„ 19	330 31	−12 3	13 19	„ 25	156 18	+ 9 54	11 12
„ 29	339 45	− 8 32	12 56	Decb. 5	165 40	+ 6 8	11 31
Juni 8	348 47	− 4 49	12 33	„ 15	174 54	+ 2 12	11 50
„ 18	357 43	− 0 59	12 8	„ 25	184 6	− 1 47	12 9
„ 28	6 37	+ 2 52	11 44	„ 35	193 20	− 5 43	12 28

Die andre Hauptbestimmung über Höhe, Geschwindigkeit und wahre Bewegung der Sternschnuppen kann nur durch planmässiges Zusammenwirken mehrerer Beobachter erzielt werden, und setzt bei diesen eine recht genaue Kenntniss der Astrognosie voraus. Denn bei der grossen Schnelligkeit der Bewegung ist kein Instrument anwendbar, um die Puncte des Erscheinens und Verschwindens zu bestimmen, sondern dies kann nur dadurch geschehen, dass man die Lage derselben gegen die umstehenden Sterne sich

recht genau merkt, und sie dann in eine gute Himmelscharte einträgt. Man wird hierbei gut thun, den Blick nicht eher vom Himmel abzuwenden, als bis man aus der Erinnerung beide Puncte und die umliegenden Sterne sich recht genau festgestellt hat, um dieses Bild dann sorgfältig mit den Charten vergleichen zu können. Durch eine Pfeilspitze gebe man dann noch den Sinn der Richtungslinie an. Bessel * schlägt nun vor, dass Beobachter, die sich zu diesem Zwecke vereinigen wollen, wo möglich wenigstens drei, zuerst an demselben Orte gemeinschaftlich von einer Partie Sternschnuppen diese Bestimmungen machen, sowol um sich hierin zu üben, als auch zugleich, um die Genauigkeit auszumitteln, mit der das Einzeichnen bewerkstelligt werden kann. Feldt, gewiss ein competenter Richter, glaubt, dass man unter den günstigsten Umständen sich des Ortes des Erscheinens und Verschwindens bis auf einen halben Grad versichern könne, gewöhnlich werden aber die mittlern Fehler wol nahe bis auf einen Grad steigen. Die drei Beobachter sollen nun an drei, nahe in einem gleichseitigen Dreiecke in Abständen von 10 bis 12 Meilen von einander gelegene, Orte sich begeben, und in voraus bestimmten, mondscheinfreien Nächten zu verabredeten Zeiten ihre Beobachtungen anstellen, dieselben aber nicht länger als während zwei Stunden fortsetzen. Sie sollen jeder mit einem Chronometer versehen sein, um die Identität der beobachteten Sternschnuppen durch die Gleichzeitigkeit

---

* In seinem wichtigen Aufsatze über die Sternschnuppen in den Astronomischen Nachrichten Nro. 380 und 381, und zwar daselbst p. 346 ff.

ihrer Erscheinung an den einzelnen Orten ermitteln zu können. Ferner sollen sie nicht jede ihnen vorkommende Sternschnuppe beobachten, sondern immer nur diejenige, die nach voraus verabredeten Zeitmomenten als die erste sich zeigt. B e s s e l glaubt, dass zwei Minuten zum Einzeichnen einer Sternschnuppe hinreichen werden, und schlägt dann vor, dass jene Zeitmomente von 4 zu 4 Minuten festgestellt werden. Ich brauche nicht zu erinnern, dass die Momente nach der Ortszeit des einen Ortes bestimmt, und dann mit den Meridiandifferenzen auf die Zeiten der andern Orte reducirt werden müssen. Doch möchte ich dieser Anordnung noch das Eine hinzufügen, dass jeder Beobachter nach derjenigen Weltgegend den Blick wende, die zwischen den Richtungen nach den andern beiden Beobachtungsorten die Mitte hält, und in dieser Gegend den Himmel von 30° Höhe bis gegen das Zenith ins Auge fasse. Dann würde man vorzüglich solche Sternschnuppen wahrnehmen, deren Erscheinung am vortheilhaftesten für die Berechnung ist, und zugleich wahrscheinlich öfter an allen drei Orten dasselbe Phänomen beobachten, als wenn man den Blick am ganzen Himmel herumschweifen lässt. Doch eignen sich diese Beobachtungen, da sie den Besitz von so kostbaren Instrumenten, als Chronometer, und eine richtige Zeitbestimmung an allen drei Orten voraussetzen, eigentlich nicht für solche Liebhaber, auf welche der gegenwärtige Aufsatz berechnet ist. Wenn aber Bessels Vorschlag irgendwo zur Ausführung kommt, so wird jeder Beobachter innerhalb jenes Dreiecks oder auch ausserhalb in der Nähe der drei Puncte sich den Hauptbeobachtern anschliessen können, und auch ohne

scharfe Zeitbestimmung, ohne Chronometer, bloss mit Hülfe einer gewöhnlichen Taschenuhr, sehr wichtige Beiträge zur genauern Bestimmung der Bewegung der Sternschnuppen liefern können. Denn je mehr Beobachter vorhanden sind, desto grösser wird natürlich die Wahrscheinlichkeit, dass drei davon dasselbe Phänomen beobachten werden. Manche werden auch an mehr als drei Orten beobachtet werden, wodurch dann desto genauer ihre Lage sich wird ermitteln lassen. Ein Beobachter in der Nähe der äussern Begränzung jenes Dreieckes richte den Blick nach der Weltgegend, in der ihm die Mitte desselben liegt, und zwar um so höher, je näher dieser er sich befindet; ist er fast in der Mitte, so betrachte er die Gegend des Zeniths selbst. Wer gar kein Mittel zur Zeitbestimmung hat, verzeichne jede Sternschnuppe, die sich ihm darstellt, indem er zugleich doch die ungefähre Zeit nach seiner Uhr angiebt. Ist nun eine der von ihm verzeichneten Sternschnuppen auch nur an zwei Hauptpuncten wahrgenommen worden, so wird sich dadurch ihr Zug über der Erde schon mit hinlänglicher Sicherheit bestimmen lassen, um ihre scheinbare Bewegung für jeden der Nebenpuncte mit grosser Annäherung berechnen zu können. Man wird dann aus der nahen Uebereinstimmung der berechneten mit der beobachteten Richtung auf ihre Identität schliessen, und somit diese Beobachtung zur genaueren Bahnbestimmung benutzen können. Hat aber ein Beobachter Mittel, die Zeit bis auf eine Minute genau zu erfahren, etwa durch eine gute Mittagslinie *,

---

* Mittel, eine solche zu ziehen, werden in vielen Büchern gelehrt. Unter andern vergleiche man Bode Erläuterung der Sternkunde

oder indem er durch ein aufgehängtes Bleiloth die Zeit bestimmt, wenn zwei Sterne in gleichem Azimuthe sind *, so wird dies hinreichen, um auch aus der Gleichzeitigkeit die Identität zu erkennen. Denn da man durch die Angabe der Uhr nahe die richtige Zeit erhält, wird man, wenn die Sternschnuppen nicht gar zu häufig fallen, sehr bald die identischen erkennen können, die nun selbst wieder durch den Zeitunterschied, vermindert um die Meridiandifferenz, die Correction der Uhr ergeben werden, und

---

§§. 187. 893 894. Schubert populäre Astronomie Th. I. p. 85. Gehlers physicalisches Lexicon, neue Auflage, Bd. VI. p. 2291.

* Durch eine einzige Beobachtung dieser Art wird man die verlangte Genauigkeit nicht erhalten, wol aber durch ein Mittel von 5 bis 6. Die Berechnung der Sternzeit aus denselben wird bei Anwendung der bekannten Gaussischen Tafeln zur Auffindung des Logarithmen der Summe oder Differenz zweier durch Logarithmen gegebener Zahlen sehr einfach, wenn man sich folgender Formeln bedient. Es bedeute μ die Sternzeit, φ die Polhöhe, α, α' die Rectascensionen, δ, δ' die Declinationen der beiden beobachteten Sterne; man setze

$$\text{tgt}\ \delta' \text{Cos}\ \alpha - \text{tgt}\ \delta\ \text{Cos}\ \alpha' = \text{a Cos A}$$
$$\text{tgt}\ \delta' \text{Sin}\ \alpha - \text{tgt}\ \delta\ \text{Sin}\ \alpha' = \text{a Sin A}$$

so ist

$$\text{Sin}\ (\mu - \text{A}) = \frac{\text{Sin}\ (\alpha' - \alpha)}{\text{a}}\ \text{tgt}\ \varphi$$

Das auf diese Weise gefundene μ kann man für denselben Ort während eines und selbst mehrerer Jahre für den gegenwärtigen Zweck constant annehmen. Der Zweifel wegen des Quadranten, den die letzte Formel lässt, ist dann nur schwierig zu lösen, wenn μ — A nahe 90° ist; genau gleich 90° ist es aber nur, wenn $\text{tgt}\ \delta' \text{Cos}\ (\mu - \alpha) = \text{tgt}\ \delta\ \text{Cos}\ (\mu - \alpha')$ ist, was für jedes Sternpaar nur unter einer bestimmten Polhöhe Statt findet, derjenigen nämlich, für welche $\text{tgt}\ \varphi = \frac{\text{a}}{\text{Sin}\ (\alpha' - \alpha)}$ ist. Diesen Fall muss man also vermeiden.

zwar alle dieselbe, wenn die Uhr der gebrauchten Zeitart genau folgt. Dies wird wol selten der Fall seyn; aber während der zwei Stunden wird ihr Gang wenigstens von der Gleichförmigkeit nicht merklich abweichen, und es werden daher die Zeitunterschiede der Zeit selbst proportional ab- oder zunehmen, woraus sich sowol Gang als Stand der Uhr ergiebt. Hierzu ist aber nöthig, dass man die Fehler der Uhr durch Fehler in der Ablesung der Zeit von derselben nicht noch vermehre. Um diese zu vermeiden, so genau es für den vorgesetzten Zweck erfordert wird, verfahre man folgendermassen: Man halte die Uhr gerade vor sich und senkrecht gegen die Gesichtslinie, schliesse das eine Auge und sehe mit dem andern in der Richtung des Minutenzeigers; so wird man die Coincidenz desselben mit dem Minutenstriche bis auf eine oder höchstens zwei Secunden genau beobachten können. Man zähle im Augenblicke der Coincidenz Null, und dann, nachdem man das Auge von der Uhr wieder nach dem Himmel gerichtet hat, die Schläge jeder Doppelschwingung, deren die gewöhnlichen Uhren 72 in der Minute, also je 6 in 5 Minuten machen. Merkt man sich nun die Zahl der Schläge, bei welcher das Phänomen erscheint oder verschwindet, so wird man, indem man von dieser den sechsten Theil abzieht, die seit der vollen Minute verflossenen Secunden haben. Es wird übrigens gut sein, noch bis zur folgenden Minute fortzuzählen, um sich dadurch zu vergewissern, dass man sich nicht verzählt habe. Wenn die Uhr keinen sehr starken Schlag hat, so lege man sie entweder auf ein Resonnanzbrett, oder halte sie dicht ans Ohr, um nicht durch zu angestrengte Aufmerksamkeit auf das Erfassen der Schläge in der

Beobachtung selbst gestört zu werden. An vielen Uhren ist aber die Theilung der Minutenscheibe sehr schlecht, und namentlich häufig nicht unbedeutend, excentrisch; in diesem Fall wird man gut thun, die Theilungsfehler der einzelnen Minutenstriche zu bestimmen, indem man von der 0ten oder 60ten Minute ausgeht, immer die Doppelschläge bis 72 zählt, und notirt, um wie viele Schläge früher oder später, als 72, der Minutenzeiger genau auf die einzelnen Minutenstriche trifft. Diese Correctionen stellt man in eine Tafel zusammen, die um so genauer ausfallen wird, je öfter die Beobachtung wiederholt wurde. Bei Uhren, die mehr oder weniger als 144 einfache Schwingungen in der Minute machen, wird man die wahre Zahl natürlich erst ausmitteln und darnach die Reduction einrichten müssen. Diese Beobachtungsart würde ich selbst dann vorziehen, wenn die Uhr einen Secundenzeiger hat, es sei denn, dass man von der Richtigkeit desselben überzeugt sei. Will man ihn benutzen, so muss man erst die Fehler der Secundenscheibe etwa für jeden 5ten oder 10ten Strich auf ähnliche Weise bestimmen, und immer von einem solchen zu zählen anfangen, oder bis dahin fortzählen, wenn man im Augenblicke des Phänomens selbst 0 gezählt hat.

Dieselben Methoden sind anzuwenden, wenn Freunde solcher Untersuchungen sich auch zur Anstellung von ganz selbstständigen Beobachtungen verbänden. Denn auch solche werden selbst ohne genaue Zeitbestimmung gelingen, wenn nur die Beobachtungsorte nicht ferner als etwa 2 bis 3 Meilen von einander liegen. In diesem Falle könnte man durch ein Paar Raquetten oder Pulverblitze, die an einem der Orte, der von

den andern gesehen werden kann, vor dem Anfange und nach dem Schlusse der Beobachtungen angezündet, und an den übrigen beobachtet würden, vollständige Vergleichung der Uhren erhalten. Wenn nun die einzelnen Beobachter wieder ihren Blick nach dem in der Mitte zwischen ihnen liegenden Puncte richteten, so würden sie vorzüglich diejenigen Sternschnuppen correspondirend erhalten, welche in geringem Abstande bei der Erde vorbeiziehen. Wollten sie hingegen die höher fliegenden beobachten, so würden sie alle nach derselben Himmelsgegend blicken müssen, etwa nach derjenigen, in deren Mitte sich der Tangentialpunct befindet, würden aber dann nicht so sichere Bestimmungen erhalten. Es wäre nicht uninteressant, beide Beobachtungsarten abwechselnd anzuwenden, um dadurch zu entscheiden, ob wirklich, wie es die bisherigen Berechnungen allerdings zu ergeben scheinen, die meisten Sternschnuppen in bedeutenden Höhen von 8, 10 und mehreren Meilen über der Erdoberfläche erhaben sind, oder ob nur die niedrigern, wie sie bei grössern Distanzen niedrig am Horizonte erscheinen, wenn sie von mehreren Puncten aus gesehen werden können, nicht correspondirend erhalten worden sind.

Die Dämmerung.

Wenn die Sonne Abends nach ihrem Untergange noch die obern Luftschichten erleuchtet, verursacht bekanntlich das von diesen reflectirte Licht jene Helligkeit, die wir Dämmerung nennen. Sie ist Anfangs über den ganzen Himmel verbreitet, hört dann zuerst an dem der Sonne gegenüberliegenden Theile

des östlichen Horizontes auf, und es bildet sich dort ein Segment von schmutzig dunkelblauer Farbe, häufig durch einen röthlichen Schein begränzt, welches man die Gegendämmerung oder den Erdschatten nennt. Diese Dunkelheit dehnt sich, je tiefer die Sonne unter den Horizont sinkt, immer weiter aus, rückt immer höher an den Himmel hinauf, und lässt durch den Contrast den übrigen Theil desselben um so heller erscheinen, bis zuletzt nur ein schmaler Abschnitt des Himmels am nordwestlichen Horizonte, unter dem sich die Sonne gerade befindet, erleuchtet bleibt, und endlich auch dieser verschwindet, wenn nicht etwa die Dämmerung die ganze Nacht durch dauert. Die umgekehrte Erscheinung findet Morgens vor Sonnenaufgang statt.

Die Stärke und Dauer der Dämmerung würde allein von der Tiefe der Sonne unter dem Horizonte abhängen, wenn die Atmosphäre in gleichen Höhen immer gleich dicht und rein wäre, und demzufolge das Licht immer in gleicher Stärke zurückwürfe. Dies ist aber bekanntlich nicht der Fall und desshalb die Dauer der Dämmerung sowol zwischen den Tropen, bei reinerer Luft, noch viel kürzer, als es das rasche Sinken der Sonne unter den Horizont erwarten liess, als auch überhaupt an demselben Orte zu verschiedenen Zeiten so sehr verschieden. Man unterscheidet die bürgerliche Dämmerung, welche aufhört, wenn man ohne künstliche Erleuchtung nicht mehr deutlich sehen kann, von der astronomischen, mit deren Ende vollständige Dunkelheit eintritt. Die Tiefe der Sonne unter dem Horizonte, welche jener ein Ende macht, setzte Lambert auf $6^1/_2$ Grade, während man annimmt, dass im Mittel die astronomische aufhöre,

wenn die Sonne bis auf 18° unter den Horizont gesunken ist, welcher Annahme eine Höhe der Atmosphäre über der Erde von etwa 10 Meilen entsprechen würde.

Obgleich in frühern Zeiten vielfache Beobachtungen über dies Phänomen angestellt sind, und ausgezeichnete Astronomen und Physiker sich damit beschäftigt haben *, so verdient es doch immer noch neue Untersuchungen, die regelmässig und nach einem bestimmten Plane fortgesetzt, zu manchen Aufschlüssen führen würden. Sie sind allerdings schwierig, oft gar nicht anzustellen, und eine Hauptbedingung ihres Gelingens ist ein wenigstens zum grössten Theile freier Horizont. Sie würden etwa folgendermassen einzurichten sein:

1) Man suche die Zeit nach dem Untergange der Sonne zu bestimmen, wann zuerst die Gegendämmerung sich zeigt, und ermittle wo möglich ihre Ausdehnung im Azimuthe durch diejenigen irdischen Gegenstände, über die sie sich erstreckt, und deren Azimuthaldifferenz man von einer guten Specialcharte entnimmt. Zugleich gebe man Acht, ob der röthliche Schein über derselben sichtbar ist, und suche sich eine bestimmte Scala der Dunkelheit des Segmentes und der Farbe des Scheines zu bilden, nach der man diese für jeden Abend in Zahlen angiebt. Die Erfahrung, die mir in diesem Stücke mangelt, wird hierbei bald die geeignetsten Methoden wählen lassen.

---

* Sehr ausführlich handelt hierüber Kämtz Lehrbuch der Meteorologie Bd. 3.. p. 50 ff. und Vorlesungen über Meteorologie p. 491 ff., so wie auch die neue Ausgabe von Gehlers physicalischem Wörterbuche in dem betreffenden Artikel.

2) Man erwähle eine feste Beobachtungsart, wonach man jeden klaren Abend den Zeitpunct des Aufhörens der bürgerlichen Dämmerung gleichmässig angeben könne. Die Definition derselben ist allerdings sehr schwankend; es kommt aber auch nicht auf die absolute Bestimmung so viel an, als auf die relative bei verschiedenen äussern Umständen. Der Augenblick, wann man eine bestimmte Schrift von mässiger Grösse immer an einem und demselben Ort und aus derselben Entfernung gesehen, deutlich zu erkennen aufhört, würde hierzu vielleicht am passlichsten seyn.

3) Besonders wichtig ist die Ermittelung der Dauer der astronomischen Dämmerung, indem sich daraus die Höhe der Atmosphäre, in der sie noch Licht zu reflectiren vermag, ergiebt. Je näher dieselbe ihrem Ende kommt, desto schärfer pflegt sich bei klarer Luft der helle Abschnitt am Horizonte von dem übrigen Himmel abzuscheiden. Sobald man daher seine Gränzen einigermassen deutlich zu erkennen anfängt, vergleiche man die Höhe seines Scheitels mit den Höhen bekannter Sterne, und bestimme zugleich durch solche, die sich senkrecht über seinen Enden befinden, seine Ausdehnung. Diese Beobachtungen setze man fort, so lange der Abschnitt noch zu erkennen ist; wenn man dann von einem Globus die Azimuthe und Höhen der in den verschiedenen Momenten beobachteten Sterne entnimmt, wird sich dadurch sein vollständiges Verschwinden durch eine einfache Proportion finden lassen. Dieselben Daten werden zugleich entscheiden, ob der Scheitel oder die Mitte der Dämmerung wirklich immer genau senkrecht über der Sonne liegt, oder ob Unregelmässigkeiten in den

obern Luftschichten auch merkbare Unregelmässigkeiten in der Lage der Dämmerung bewirken.

4) Interessant wäre es, dieselben Beobachtungen bei der Morgendämmerung in umgekehrter Folge anzustellen. Denn man glaubt die Bemerkung gemacht zu haben, und erklärt dies aus physicalischen Gründen, dass diese in der Regel schwächer ist, als die Abenddämmerung. Im Winter werden in unsern Breiten solche Beobachtungen sich ohne zu grosse Aufopferung an Nachtruhe machen lassen.

5) Daneben versäume man aber auch nicht, auf andre die Dämmerung und Gegendämmerung begleitende Erscheinungen, als Strahlen, * verschiedene oder unregelmässige Färbung, besonders auch auf die ungewöhnlich starken Dämmerungen zu achten. Wenn letztere eintreten, notire man, ausser den früher berücksichtigten Umständen, alles irgend Merkwürdige, und bemühe sich vor Allem, das Azimuth ihrer grössten Intensität recht früh und oft zu bestimmen, um dadurch zu Entscheidung der Frage beizutragen, ob

---

* Eine merkwürdige Strahlenbildung der Gegendämmerung gewahrte ich am 18. Sept. 1843 Abends. Strahlen von ziemlich lebhaft rother Farbe gingen divergirend aus dem sehr hellen Scheine derselben, wie so häufig aus der wahren Dämmerung aus, doch waren die Seitenstrahlen deutlicher, die mittlern schwächer, mehr verwaschen und zusammengedrängt. Die Seitenstrahlen dehnten sich immer weiter aus, und als sie bis über den Nord- und Südpunct gekommen waren, vereinigten sie sich mit den aus der wahren Dämmerung ausgehenden Strahlen. Sie überzogen nun, da auch die Vereinigung der mittlern mit denen der Dämmerung sich, wenn gleich schwach, erkennen liess, den ganzen Himmel mit einer Menge lichter Reifen. Uebrigens waren diese Strahlen in der Nähe der wahren Dämmerung zwar heller, und währten länger, als die entgegengesetzten, aber als sie im Osten sich schon eine geraume Zeit gezeigt hatten, waren sie im Westen b e s t i m m t noch nicht sichtbar.

solche ungewöhnliche Dämmerungen nur aus einem besonders günstigen Zustande der obern Luftschichten zu erklären sind, oder ob noch andre Umstände dabei mitwirken, wie es einzelnen Erfahrungen zufolge allerdings der Fall zu seyn scheint.

6) Endlich sei man bei allen diesen Beobachtungen auf den Zustand der Luft aufmerksam, merke an, ob der Himmel während des Tages eine tief blaue oder mehr weissliche Farbe gehabt habe, ob sich kleine Federwölkchen gebildet hatten, ob Höhenrauch vorhanden sei, ob ferne Gegenstände sich mehr oder weniger deutlich, ob vielleicht ausnehmend nahe gezeigt haben, u. s. w. Daneben zeichne man aber auch den Stand der meteorologischen Instrumente, des Barometers, Thermometers und Hygrometers, so wie die Windesrichtung und Windesstärke auf. Zwischen diesen Umständen und der Dämmerung findet ohne Zweifel ein enger Zusammenhang Statt, den man auf die angegebene Weise durch fortgesetzte Beobachtungen wird ermitteln können. Beobachter, die nahe dem Meere wohnen, mögen ja nicht versäumen, wenn sie eine einigermassen genaue Zeitbestimmung besitzen, den Augenblick des Auf- oder Unterganges der Sonne zu notiren. Da diese wegen der Refraction wesentlich von der Temperaturabnahme in der Höhe und der Dichtigkeit der obern Luftschichten abhängen, so wird sich gewiss ein Zusammenhang zwischen den Erscheinungen der Dämmerung und der Zeit, wenn die Sonne den Horizont berührt, finden lassen, der dann wieder umgekehrt zu Aufschlüssen über die Constitution unserer Atmosphäre führen könnte.

Die Milchstrasse.

Der glänzende Gürtel des Himmels, der für das unbewaffnete Auge in seinem matten, ruhigen Lichte einen so schönen Contrast gegen die funkelnden Sterne bildet, durch ein starkes Fernrohr sich als eine Sammlung unzähliger der allerkleinsten Sterne darstellt, die einzeln keinem sterblichen Auge erkennbar, durch ihren vereinten Glanz jenen Lichtschimmer verursachen, — diese merkwürdige Erscheinung, von allen, selbst den rohesten, Völkern gekannt, und stets eine Quelle mannigfacher Mythen, besungen von Aratos und Manilius, der Gegenstand zahlreicher, oft absurder, oft höchst sinnreicher Hypothesen, — die Milchstrasse müsste, sollte man glauben, in allen ihren Details aufs Genaueste bekannt seyn. Dem ist aber nicht so, und es scheint mit den zierlichen Contouren, welche unsre Himmelscharten ihr geben, eben so zu seyn, wie mit den genauen Zeichnungen von Buchten, Meerbusen und Vorgebirgen, welche ältere geographische Charten mit der grössten Freigebigkeit und Ausführlichkeit den Küsten ferner Inseln und Continente ertheilten: sie scheinen zum grössten Theile Gebilde der Phantasie zu seyn. Ausser den genannten, wenig belehrenden, poetischen Beschreibungen derselben besitzen wir eine einigermassen ausführliche Darlegung des Zuges, der Breite und Helligkeit nur von Ptolemäus, * die aber leider an mehreren Stellen schwer zu verstehen ist, weil sie Sterne erwähnt, die im Cataloge gar nicht, oder unter andern Benennungen vorkommen. Alle Beschreibungen neuerer

* Almagest, Buch VIII. Cap. 2.

Astronomen geben nur roh die Sternbilder an, durch welche der Zug geht, und von der sorgfältigen Beobachtung Riccioli's, die dieser früher zu Parma gemacht haben will, * habe ich weder in seinen, sonst doch so ausführlichen Büchern, noch anderswo irgend etwas entdecken können. Eben so wenig ist es mir geglückt, zu ermitteln, ob die Zeichnungen, wie sie unsre Himmelscharten enthalten, auf eigenen Beobachtungen beruhen, oder nur mehr oder weniger freie, und vielleicht hin und wieder nach dem Augenscheine geänderte Nachahmungen von Bayers Zeichnung oder Ptolemäus Beschreibung sind. Der erstern Annahme scheinen die merkbaren Unrichtigkeiten zu widersprechen, die sie sämmtlich enthalten, bei der andern würden die auffallenden Verschiedenheiten der einzelnen sich schwer erklären lassen. Bayers Zeichnung weicht bedeutend von Ptolemäus Beschreibung ab, Flamsteed giebt an vielen Stellen einen ganz andern Zug, als Bayer, und kommt noch am meisten mit Ptolemäus überein. Bode endlich stimmt mit keinem seiner Vorgänger, obgleich doch seinem Atlasse ursprünglich der Flamsteed'sche zum Grunde liegt. Alle geben der Milchstrasse einen ununterbrochenen Zug, und deuten keine Unterschiede der Helligkeit an, obgleich schon Ptolemäus der Ungleichförmigkeiten in ihr erwähnt, und man, selbst bei einem flüchtigen Blicke, sogleich gewahr wird, dass sie vielmehr einer Wolkensammlung als einem fortlaufenden Lichtgürtel ähnlich sei. Man sieht sie an einzelnen Stellen ausnehmend hell, an andern sehr schwach; ja man gewahrt einzelne vollständige

---

* Almagestum novum, l VI. cap. 23. §. III.

Unterbrechungen, und ziemlich weit sich erstreckende Ausläufer. Alle diese Umstände sind noch sehr wenig erforscht. Nur haben der ältere Herschel * in dem nördlichen und Horner ** in dem südlichen Theile derselben einige durch Helligkeit ausgezeichnete Stellen hervorgehoben, und der erstere hat in seinen Sternaichungen ein Mittel gefunden, *** diese auf Zahlen zu bringen, indem er die Menge jener feinen Sternchen abzählte, die er an verschiedenen Stellen im Felde seines Fernrohrs auf einmal sehen konnte. Aber diese Abzählungen, aus denen Herschel über die wahre Gestaltung des Himmels mannigfaltige höchst merkwürdige Schlüsse gefolgert hat, sind für die Bestimmung der scheinbaren Gestalt und Helligkeit der Milchstrasse noch nicht zusammengestellt worden. Sie würden auch, so interessant eine solche Zusammenstellung in vieler Hinsicht wäre, für das Ganze doch kein treues Bild geben. Denn einmal hat Herschel einen grossen Theil derselben, den nördlichsten, nicht untersucht, dann würden auch diese Aichungen gerade die Contouren nicht genau geben können, und überhaupt fragt es sich, ob die Anzahl der Sterne allein schon das Maass der Helligkeit bedingt.

---

* In einem wichtigen Aufsatze Philos. Transactions 1817. p. 302.

** Monatliche Correspondenz Bd. X. p. 220.

*** In dem oben angeführten Memoire und besonders in dem höchst interessanten Aufsatze „on the construction of the heavens". Philos. Trans. 1785. p. 213, übersetzt von Sommer in „William Herschel über den Bau des Himmels." Königsberg 1791. 8. Beide Abhandlungen im Auszuge in „Herschels Entdeckungen in der Astronomie, im Zusammenhange dargestellt von J. W. Pfaff." Stuttgart und Tübingen 1828. 8.

Hier öffnet sich also den Liebhabern astronomischer Beschäftigung ein weites Feld der Forschung. Wer ihm seine Kräfte widmen wollte, würde zunächst darauf bedacht seyn müssen, die Umrisse der Milchstrasse recht genau festzustellen, indem er diejenigen Sterne ermittelte, die sie entweder begränzen, oder nur um kleine Quantitäten innerhalb oder ausserhalb der Ränder bleiben, und nicht allein die helleren, wie Ptolemäus gethan, sondern alle mit blossen Augen sichtbaren, die dieser Bedingung entsprechen. Dies müsste besonders da geschehen, wo die Ränder bedeutende Krümmungen machen, wo sich Unterbrechungen oder Theilungen zeigen, wo kürzere oder längere Ausläufer vorhanden sind. Dass so delicate Untersuchungen nur bei ganz dunkler Nacht und vollkommen klarer und durchsichtiger Luft anzustellen sind, damit man auch den feinsten Schimmer nicht übersehe, bedarf wol kaum der Erinnerung.

Demnächst wäre die verschiedene Helligkeit der einzelnen Stellen zu ermitteln. Hierbei muss man sich eine bestimmte Scala bilden, indem man die stärkste Helligkeit mit 1 bezeichnet, die nächste mit 2, und so hinab; nur hüte man sich vor zu vielen Abstufungen, indem man sonst leicht in Gefahr geräth, sich zu verwirren; ich glaube 6 würden genügen. Eine Hauptbedingung ist aber auch hier, dass man nur vergleichende Beobachtungen anstellt. Zuerst untersuche man daher diejenigen Gegenden, und halte sie gegen einander, welche sich bedeutend über den Horizont erheben, also in unsern Breiten die Gegenden im Adler, zwischen Adler und Ophiuchus, im Pfeil, Füchschen, Schwan, Cepheus, der Cassiopeia, Perseus, Fuhrmann, zwischen Orion und den Zwillingen

und zwischen dem kleinen Hunde und Einhorn. Nachdem die relativen Helligkeiten in diesem Theile des Zuges gegen einander richtig und durch wiederholte Vergleichungen festgestellt sind, knüpfe man daran die Gegenden südlich vom Aequator, indem man die am grossen Hunde und im Schiffe gelegenen mit jenen zwischen Schwan und Cepheus vergleicht, die, wenn die ersten culminiren, im Norden nahe dieselbe Höhe über dem Horizonte haben, und eben so die Theile im Sobieskyschen Schilde, im südlichen Theile des Schlangenträger, im Schützen und Scorpion mit jenen in Perseus und Cassiopeia. Die Sache bleibt dieselbe, wenn man das Auge durch ein Fernrohr auf die oben bei Gelegenheit des Zodiacallichtes beschriebene Art, oder nach **Horners** Vorschlag durch mehrere gefärbte Gläser von verschiedener Dunkelheit unterstützen wollte. Immer dürfte man nur vergleichende Beobachtungen anstellen, um die Einflüsse der Atmosphäre zu eliminiren. Diese Bestimmungen müssten nun aber sehr häufig wiederholt werden, um durch die grössere Anzahl die Mangelhaftigkeit der einzelnen zu ersetzen, und zwar wäre es gut, wenn man nicht immer dieselben Stellen mit einander vergliche, sondern die Vergleichungen sich gleichsam kreuzen liesse. Sehr wünschenswerth wäre es, wenn mehrere Beobachter unabhängig von einander diese Untersuchungen anstellten, sie nachher verglichen, und wo sie Unterschiede entdecken, diese gemeinschaftlich berichtigten.

So würde es gelingen, ein treues Bild der Milchstrasse für unsre Zeit aufzustellen, welches verbunden mit Herschels Aichungen über den oben angeregten Zweifel entscheiden würde. Ob sich aus seiner Vergleichung mit Ptolemäus Beschreibung derjenigen

Stellen, über welche diese ausführlicher ist, vielleicht schon Veränderungen herausstellen würden, ist sehr zweifelhaft. Herschel scheint zwar der Ansicht zu seyn, dass sich die Sterne der Milchstrasse gegen einander ziehen und gleichsam zusammen ballen; ob seine Meinung aber dahin geht, dass hieraus in dem kurzen Zeitraume von 2000 Jahren schon merkbare Veränderungen entstehen könnten, darüber spricht er sich nicht aus. Meine Vorstellung von den Bewegungen der Sterne in der Milchstrasse würde ein solches Zusammenballen nur als zufällige, optische Erscheinung gestatten, und eben so unverträglich mit in so kurzen Zwischenräumen und durch so rohe Mittel erkennbaren Veränderungen seyn. Jedenfalls wird aber auch eine negative Entscheidung wichtig seyn, und unsre Pflicht ist es, dem jetzigen hohen Standpuncte der Astronomie geziemt es, spätern Jahrtausenden sicherere und brauchbarere Daten zur Vergleichung zu hinterlassen, als wir leider von unsern Vorgängern überkommen haben.

Die Grössen und Farben der Sterne.

Die meistentheils im eigentlichen Sinne des Wortes unermessliche Entfernung der Fixsterne, die sie uns selbst in den besten Fernröhren nur als mehr oder weniger helle Lichtpuncte erscheinen lässt, scheint ihrer nähern Erforschung zu spotten, scheint jeden Aufschluss über ihre Beschaffenheit und Bildung unerreichbar zu machen. Und allerdings ist es sehr wenig, was wir von ihnen wissen, was wir je von ihnen zu erfahren hoffen dürfen. Aber eben darum müssen wir das Wenige, woran sich Betrachtungen

knüpfen, woraus sich Schlüsse ziehen lassen, mit um so grösserer Sorgfalt erforschen, nach allen Seiten hin beleuchten, und nicht müde werden, immer neue Erfahrungen darüber zu sammeln. Eifrig haben auch die neuern Astronomen hierfür gewirkt: seit Copernicus Zeiten haben sie in ihren Forschungen über die Entfernung der Fixsterne nicht nachgelassen, und nach unzähligen vereitelten Versuchen, trügerischen Hoffnungen, nach drei Jahrhunderten vergeblicher Anstrengungen ist es endlich der Vervollkommnung der Instrumente und Beobachtungsmethoden, dem Scharfsinne der ausgezeichnetsten Männer gelungen, das Problem, wenigstens für einige Sterne, zu lösen. Mit gleicher Unermüdlichkeit, wenn gleich seit kürzerer Zeit, sind die eigenen Bewegungen der Sterne untersucht, und interessante Folgerungen daraus schon gezogen worden, denen andere hoffentlich folgen werden. Ein ganz neues Feld der Forschung hatte sich der grosse Wilhelm Herschel durch die Doppelsterne gebildet, und was er zum Theil nur geahnet, haben seine Nachfolger in helles Licht gesetzt, und sind noch fortwährend bemüht, neue Resultate zu gewinnen. Aber gerade diejenigen Eigenschaften der Sterne, die uns zunächst und am deutlichsten in die Augen fallen, ihre verschiedene Helligkeit und Farbe, Eigenschaften, denen schon die frühesten Beobachter ihre, wenn auch nur oberflächliche Aufmerksamkeit schenkten, sind noch am wenigsten erforscht worden. Kaum sind wir in ihrer Kenntniss weiter, als unsre Vorgänger vor 2000 Jahren, und hier eröffnet sich gerade dem Beobachter mit unbewaffnetem Auge die Aussicht auf eine eben so reiche als lohnende Erndte.

Es ist bekannt, dass die verschiedenen Helligkeiten der Sterne seit den ältesten Zeiten einen Grund abgegeben haben, sie in Ordnungen oder Classen, 6 für das blosse Auge, zu theilen, die man, weil die hellern Sterne wegen der grössern Masse Licht, die sie in unser Auge senden, nur grösser erscheinen, Grössen genannt hat. Diese Helligkeiten reihen sich aber in so ununterbrochener Folge, in so unmerklichen Abstufungen an einander an, und die einzelnen Grössenclassen umfassen so bedeutend verschiedene Helligkeitsgrade, dass man bald das Mangelhafte dieser Eintheilung erkannte, und daher Zwischenclassen bildete, zu denen man die Sterne rechnete, die schwächer als die meisten der einen Classe, aber heller als die der nächstfolgenden sind. Indess ist hierdurch wenig geholfen. Das Schwankende dieser Eintheilungen, die Unbestimmtheit ihrer Gränzen hat Veranlassung gegeben, dass viele Sterne von dem einen Astronomen zu dieser, von dem andern zu jener Grösse gerechnet worden sind, und derlei Ungleichheiten der Schätzungen noch fortwährend vorkommen. Am auffallendsten zeigen sich diese Verschiedenheiten bei den kleinen Sternen, bei denen sogar häufig constante Unterschiede vorkommen, so dass einzelne Astronomen in ihren Schätzungen fast regelmässig um eine halbe oder selbst ganze Grössenclasse von einander abweichen. So kommen die meisten Sterne, die Lalande sechster Grösse geschätzt hat, in Piazzi's Cataloge als siebenter Grösse verzeichnet vor, und ähnliche Beispiele finden sich noch mehrere.

Um dieser Ungleichförmigkeit abzuhelfen, hat man den Vorschlag gemacht, in mehreren Gegenden des

Himmels Sterne von jeder Grössenclasse aufzusuchen, die man als Normalsterne derselben aufstellte, damit nach ihnen die einzelnen Astronomen in ihren Schätzungen der übrigen sich richten könnten. Der Vorschlag ist indess nicht zur Ausführung gekommen, würde auch wol kaum zum Zwecke geführt haben, ebensowenig als ein andrer: die Helligkeit der einzelnen Sterne durch photometrische Messungen auf ein bestimmtes Maass oder bestimmte Zahlen zu bringen. Ein weit zweckdienlicheres Mittel, und wol das einzige wirklich ausführbare schlug Herschel ein, indem er es unternahm, alle Flamsteed'schen Sterne einzelner Sternbilder unter einander zu vergleichen, * so dass er die sich an Helligkeit nahe stehenden zusammenstellte, und durch schicklich gewählte Zeichen den Grad ihres Helligkeitsunterschiedes angab. Aber Herschel hat die Vergleichungen meistentheils nur einmal angestellt, und besonders sich nur auf Vergleichung der wenig verschieden hellen Sterne beschränkt. Es gebrach ihm bei seinen, vielen andern wichtigen Untersuchungen wol an Zeit, und er wollte mehr Andern den richtigen Weg zeigen, als selbst etwas Vollständiges liefern. So hat er denn nur etwa zwei Drittheile der bei uns sichtbaren Sternbilder durchmustert, und nur die Flamsteed'schen Sterne in seine Untersuchungen aufgenommen, ohne das Drittheil aller mit blossen Augen sichtbaren, das im

---

* In seiner Abhandlung „on the method of observing the changes, that happen to the fixed stars" Phil. Trans. 1796. p. 166 ff. und den Fortsetzungen des in dieser Abhandlung gegebenen Catalogs, ib. 1796. p. 459 ff. 1797. p. 307 ff. und 1799. p. 121 ff. Die Cataloge selbst übersetzt in Bode's Jahrbüchern 1809. p. 201 ff. und 1810 p. 143 ff.

Catalogus Britannicus nicht vorkommt, zu berücksichtigen. Eine Vervollständigung und Wiederholung seiner Arbeit ist schon aus diesen Gründen wünschenswerth, vorzüglich aber desshalb, weil sie jetzt schon 50 Jahre alt ist, und *a priori* nicht angenommen werden kann, dass alle Sterne in diesem langen Zeitraume ihre Helligkeit unverändert beibehalten haben. Denn wenn auch die Meinung, dass manche Sterne seit Tychos und selbst Flamsteeds Zeiten bedeutend an Licht ab- oder zugenommen haben, auf eine Ueberschätzung der Sorgfalt dieser Astronomen in Angabe der Helligkeit beruht, und sich von denen, welche man als Hauptbeispiele hierfür gewöhnlich angiebt, als α Draconis, δ Ursae majoris, β Geminorum, σ Sagittarii, und andern mit grosser Wahrscheinlichkeit darthun lässt, dass sie noch mit demselben Glanze leuchten, als früher; so ist dadurch doch noch keineswegs die Möglichkeit solcher Lichtänderungen, besonders in geringerem Maasse, ausgeschlossen. Eine Gewissheit hierüber ist aber sicherlich von grosser Wichtigkeit, und ein sorgfältiger Beobachter würde sich durch die Entscheidung dieser Frage ein grosses und bleibendes Verdienst erwerben.

Wie kann aber eine solche Arbeit am zweckmässigsten angeordnet und durchgeführt werden? Die meisten Astronomen scheinen die Ansicht zu hegen, dass jede Bestimmung der Helligkeit ohne eigends dazu eingerichtete künstliche Instrumente, Photometer, unausführbar sei, und höchstens ein rohes Ungefähr geben könne. Der Vorgang von Herschel, der alle seine hierher gehörigen Beobachtungen ohne Hülfe solcher Instrumente und meistens mit blossen Augen anstellte, hätte diese Ansicht allerdings wenigstens

schwankend machen sollen. Allein angeerbte Vorurtheile giebt man nur ungern, und meistens erst durch eigene Erfahrung gezwungen auf; auch sind Herschels Untersuchungen über diesen Gegenstand wol nicht sehr bekannt geworden. Wenigstens habe ich, früher in demselben Wahne befangen, sie erst kennen gelernt, als ich längst durch eigene Versuche meine Ansicht berichtigt hatte, und ich war nun um so mehr erfreut, fast alle die Regeln, die ich mir aus der Erfahrung abstrahirt hatte, schon bei meinem grossen Vorgänger vorzufinden.

Die Bestimmung der absoluten Helligkeit eines Sterns ist ein Problem, welches bei den vielen und so ausserordentlich veränderlichen Umständen, die darauf einwirken, wol immer ungelöst bleiben wird. Auch selbst die Ermittelung der relativen Helligkeit zweier Sterne gegen einander wird durch mancherlei äussere Einflüsse ausserordentlich erschwert. Dahin gehören die verschiedenen Farben derselben, die nicht auf alle Augen einen gleich starken Eindruck machen, — ihre verschiedene Intensität bei gleicher scheinbarer Grösse, — die ungleiche Durchsichtigkeit der Atmosphäre nicht nur bei verschiedenen Höhenwinkeln, sondern oft auch in derselben Höhe und in sehr geringen azimuthalen Entfernungen von einander, — ihre Veränderlichkeit an derselben Stelle des Himmels durch das Hin- und Herschwanken der Dunstbläschen und andre chemische Ursachen, — die verschiedene Erleuchtung des Himmelsgrundes durch Dämmerung, Mondschein, ja selbst nur durch nahe stehende helle Sterne oder Planeten, durch das Zodiacallicht oder die Milchstrasse, — die für die Eindrücke des Lichtes nicht an allen Stellen der Netzhaut

gleiche Empfänglichkeit unseres Auges, — mancher andrer störender Einwirkungen und Selbsttäuschungen nicht zu gedenken. Die meisten dieser Uebelstände werden aber durch Anwendung photometrischer Instrumente entweder gar nicht oder nur zum kleinsten Theile entfernt, die unbestreitbaren Vortheile des schärfern Sehens und manche andre durch die Schwierigkeit der Behandlung und die Länge der Zeit, die jede Beobachtung erfordert, wieder aufgehoben. Wenn es daher auch sehr wünschenswerth wäre, durch ein gut eingerichtetes und sorgfältig behandeltes Photometer Fundamentalbestimmungen über eine Anzahl Sterne zu erhalten; so wird für eine Durchmusterung des ganzen Himmels doch immer das blosse Auge das geeignetste Mittel bleiben, sobald sich zeigen lässt, dass dieses im Stande ist, so kleine Lichtunterschiede zu erkennen, dass die Fehler der Beobachtung jene unvermeidlichen Fehler nicht gar zu sehr vergrössern. Ich bin nach meinen und einiger Freunde bisherigen Erfahrungen von dieser Fähigkeit des Auges vollkommen überzeugt, und hoffe weiterhin durch Zahlenangaben auch meine Leser davon zu überzeugen. Dieses glückt aber nur bei Anwendung vielfacher Vorsichtsmassregeln, und ich erlaube mir daher, meine aus mehrjähriger Erfahrung abstrahirte Beobachtungsmethode anzugeben, die, wie eben erwähnt, im Wesentlichen mit Herschels Methode übereinstimmt.

Zuerst bemerke ich, dass Beobachtungen hellerer Sterne bis zur 5ten oder 5—6ten Grösse hinab mit unbewaffnetem Auge anzustellen sind, * wobei ich

---

* Ich verweise in Rücksicht auf diese Behauptung auf des ältern

mich wegen des Gebrauches einer Brille oder eines Augenglases auf das in der Einleitung Gesagte beziehe. Durch ein Fernrohr von irgend bedeutender Oeffnung werden dem Auge von den hellern Sternen so viele Strahlen zugeführt, dass dieses das Mehr oder Minder nicht mehr zu beurtheilen im Stande ist, und daher ganz falsche Schätzungen macht. Aus diesem Grunde sind die Lichtabstufungen der Sterne erster und zweiter Grösse selbst für das unbewaffnete Auge schon schwierig zu unterscheiden, und es wäre zu wünschen, dass man Mittel auffände, wodurch man den Glanz dieser schwächen könnte. Die Sterne sechster Grösse dagegen sieht ein nicht sehr scharfes Auge nicht mehr distinct genug, um eine sichere Vergleichung ihres Glanzes anzustellen; durch ein Opernglas wird aber diesem Mangel in allen Fällen abgeholfen werden, und so sind diese Beobachtungen recht eigentlich für diejenigen geschaffen, welchen dieser Aufsatz zunächst gewidmet ist.

Demnächst sind nun vor Allem die eben erwähnten äussern Umstände zu erwägen, um danach zu entscheiden, ob überhaupt beobachtet werden soll oder nicht. Nebligte Luft ist der Schärfe der Beobachtungen nachtheilig, nicht sowol dadurch, dass sie das Licht der Sterne schwächt, — diess würde bei hellern Sternen eher vortheilhaft wirken, — sondern weil die Nebel selten ganz gleichförmig, selbst in kleinen Räumen des Himmels, vertheilt sind. Bei diesem Zustande der Atmosphäre wird man meistens ziemlich verschiedene Resultate für die relative Lichtstärke

---

Herschels Aeusserung Phil. Trans. 1796 p. 191 und des jüngern Astron. Nachrichten Bd. XVI. p. 187 u. 189.

zweier Sterne aus den verschiedenen Wiederholungen erhalten; indess hat die Erfahrung mir gezeigt, dass wenn die Nebel nur nicht gar zu dicht sind, bei häufig und namentlich in Zwischenräumen von ein Paar Minuten wiederholter Beobachtung das Mittel doch nahezu richtig wird. Man wird bald die nöthige Uebung erhalten, zu unterscheiden, ob ein solcher günstiger Erfolg zu erwarten steht, oder nicht. Weit nachtheiliger wirken einzelne Wolkenbildungen, namentlich Cirrhi und jene Anfänge von Stratis, die oft gleich dünnen Nebelstreifen den Himmel überziehen. Da beide Wolkenbildungen bei windstillem Wetter aus Niederschlägen in den obern Luftschichten entstehen, so sind sie fast unbeweglich und ihre Anfänge dem Auge unbemerkbar, selbst wenn sie schon das Licht der Sterne schwächen. Solche Lichtschwächungen einzelner Sterne können oft viele Minuten lang anhalten, und die Beobachtung ganz fehlerhaft machen. Es ist daher durchaus nicht räthlich, bei solchem Zustande des Himmels zu beobachten, zwingt aber die Nothwendigkeit mit dazu, und will man sich mit einem weniger zuverlässigen Resultate begnügen, so muss man wenigstens die Beobachtung mehrmals nach Pausen von 5 bis 10 Minuten wiederholen. Auf andre Weise nachtheilig wirken grössere und feste ziehende Wolken: in ihren Zwischenräumen ist die Luft zwar in der Regel sehr klar, aber die Befürchtung, in der Vollendung der Beobachtung durch die Wolken gestört zu werden, treibt zur Eile, und raubt die gehörige Gemüthsruhe, die zu jeder Beobachtung vor Allem nöthig ist. Dämmerung und Mondschein wirken schädlich, indem sie die schwächern Sterne nur mit Anstrengung erkennen lassen,

wodurch das Urtheil getäuscht wird, und man sie gegen die hellern, ohne Mühe erkennbaren, zu schwach schätzt. Dagegen leisten sie aber bei der Unterscheidung geringer Unterschiede zwischen hellern Sternen vortreffliche Dienste. Der Mondschein ist oft auch noch dadurch nachtheilig, dass er durch die Erleuchtung der Luft in seiner Nähe das Licht der nähern Sterne mehr schwächt, als das der entferntern. Auf dieselbe Weise üben selbst hellere Sterne oder Planeten, der matte Schimmer der Milchstrasse, des Zodiacallichtes oder eines Nordlichtbogens schädlichen Einfluss auf minder helle Sterne aus. Schon die gar zu grosse Nähe irgend eines Sterns bei dem zu beobachtenden ist störend: ist er bedeutend heller, so schwächt er das Licht dieses, ist er etwa gleich hell oder schwächer, so trägt er durch sein Licht dazu bei, das Licht des andern zu verstärken. Herschel schlägt in diesem Falle vor, die Beobachtung durch ein Fernrohr anzustellen, um die Sterne weiter von einander zu bringen, und da dieser Umstand meistens wol bei nicht sehr hellen Sternen eintreffen wird, so wird auch die Aufopferung an Genauigkeit nicht bedeutend seyn. Den schädlichsten Einfluss übt aber die Nähe des Horizontes aus, indem daselbst nicht nur ein sehr geringer Höhenunterschied schon einen sehr bedeutenden in der Durchsichtigkeit und Ruhe der Luft erzeugt, sondern diese nahe dem Horizonte selbst in derselben Höhe bei verschiedenen Azimuthen, je nach Beschaffenheit des unter ihr befindlichen Erdbodens, sehr ungleich mit Dünsten geschwängert ist. Meine Beobachtungen zeigen, dass hier in Bonn, wo freilich die Nähe des Rheins und nicht unbedeutender Berge nachtheiliger wirken mögen, als manche andre

Bodenverschiedenheiten, die Fehler in Höhen unter 15° bis 20° immer bedeutender sind, als bei höherm Stande der Sterne. Möge daher ein jeder Beobachter für seinen Standpunct die Gränze der guten Beobachtungen ermitteln, und diese, wenn die Sterne durch ihre Lage gegen den Aequator nicht dazu zwingen, nicht überschreiten.

Was nun die Einrichtung der Beobachtungen selbst betrifft, so geht schon aus dem bisher Gesagten hervor, dass man nur vergleichende Beobachtungen machen solle. Jede Schätzung nach einem imaginären Vorbilde, gleichsam einem in der Einbildung uns vorschwebenden Normalsterne einer gewissen Grösse, wird mangelhaft und oft ganz fehlerhaft ausfallen, weil wir nicht im Stande sind, jenes Vorbild in der Erinnerung so fest zu halten, dass es nicht in jedem Augenblicke durch die Eindrücke der wirklichen Bilder, die wir von Aussen empfangen, gestört und verändert würde. Aber auch die Wahl der zu vergleichenden Sterne ist nicht gleichgültig: ich werde späterhin zeigen, dass zu sehr an Helligkeit verschiedene sich nicht sicher mehr vergleichen lassen. Wegen der atmosphärischen Einflüsse vergleiche ich ferner, wenn es möglich ist, nur auch dem Orte nach nahe Sterne mit einander, höchstens in Entfernungen von 10 bis 12 Graden. Wo weiter entfernte verglichen werden müssen, thue ich es nur dann, wenn sie entweder sehr hoch, oder wenigstens in gleichen Höhen stehen, und dann immer nur bei vollkommen reinem und dunkelm Himmel. Die Vergleichung selbst geschieht so, dass nicht beide Sterne zu gleicher Zeit angesehen werden, sondern immer abwechselnd der eine und der andre. Wollte man beide Sterne zugleich

betrachten, so würde man sich der Gefahr aussetzen, den rechts stehenden Stern allein oder wenigstens mehr mit dem rechten Auge zu betrachten, den links stehenden mehr mit dem linken, und daher, wenn beide Augen ungleiche Lichtempfänglichkeit besitzen, einen constanten Fehler zu begehen. Dies dürfte aber bei sehr vielen Leuten der Fall seyn, bei den Astronomen besonders, die meistentheils wol das rechte Auge durch häufigere Betrachtung hell erleuchteter Gegenstände gegen die Eindrücke des Lichtes unempfindlicher gemacht haben werden. Ausserdem könnte hierdurch aber noch aus einer andern Ursache ein Fehler entstehen. Es ist nämlich wol eine von allen Astronomen gemachte, von Sir John Herschel und Professor Bianchi ausgesprochene Erfahrung, dass ein Stern, den man scharf fixirt, nicht so hell erscheint, als wenn sein Licht von der Seite ins Auge fällt. Es kann dies daher kommen, dass das Auge, besonders des Astronomen, in der Mitte gegen das Licht mehr abgestumpft ist, als am Rande; doch glaube ich eher, dass es auf einer psychologischen Täuschung beruht, vermöge deren das Unerwartete immer einen stärkern Eindruck auf unsere Sinne macht, als das Erwartete. Mag nun aber die eine oder die andre Erklärung dieses Phänomens die richtige seyn, oder mögen beide Ursachen dabei zusammen wirken, jedenfalls setzt man sich aus diesem Grunde, wenn man beide Sterne zugleich betrachtet, der Gefahr aus, den einen zu überschätzen, indem es bei irgend bedeutendem Abstande nicht möglich ist, beide in demselben Augenblicke zu fixiren. Ausserdem aber sehe ich wenigstens die Sterne nicht am hellsten in der geraden Stellung des Auges, sondern wenn ich

dasselbe etwas links in die Höhe richte. Bei Andern wird dies anders seyn, und ein Jeder muss daher für sein Auge die Probe machen. Aus den angegebenen Gründen fixire ich also zuerst den einen Stern, und bringe durch Drehen des Auges sein Bild auf diejenige Stelle der Netzhaut, auf der ich es am hellsten sehe; dann wende ich mich rasch zu dem andern Sterne, den ich auf dieselbe Weise betrachte, und so mehrere Male, bis sich mein Urtheil über ihren Helligkeitsunterschied festgestellt hat. Da bei dieser Beobachtungsart der später betrachtete Stern beim ersten Anblick, ehe sein Bild in die hellste Stelle des Auges gebracht ist, zu schwach erscheint, so muss man entweder das Bild des ersten Sterns so lange im Gedächtniss behalten, bis man für den zweiten die grösstmögliche Helligkeit erlangt hat, oder das Mittel aus den Unterschieden nehmen, die man beim Uebergange vom ersten zum zweiten und vom zweiten zum ersten geschätzt hat, und die gewöhnlich um eine, auch wol zwei der gleich zu erwähnenden Stufen verschieden sind. Beide Methoden geben in der Regel gleiche und auch gleich sichere Resultate; ich wende bald die eine, bald die andre, oder auch beide zugleich an, bemerke aber, dass die letztere ganz kleine Unterschiede noch erkennen lässt, während man sie bei der erstern nicht mehr gewahr wird.

Für die Helligkeitsunterschiede selbst wurden von frühern Beobachtern sehr vage Ausdrücke gebraucht, und für denselben Unterschied bald dieser, bald jener, wodurch jene Schätzungen oft ganz unzuverlässig geworden sind. Herschel gebrauchte zuerst bestimmte Ausdrücke, die er durch gut gewählte Zeichen von einander unterschied. Am einfachsten und

zweckmässigsten scheint es aber zu seyn, wo es sich um ein Mehr oder Minder, um Zahlenverhältnisse handelt, auch Zahlen zu deren Bezeichnung anzuwenden. Mit den Zahlen verbinden wir einen ganz bestimmten Begriff; durch ihre Anwendung wird jede Verwechselung der Zeiten, sei es beim Beobachten selbst, sei es beim Niederschreiben, vermieden; sie sind allgemein verständlich, und geben uns das einfachste, keiner Verwechselung unterworfene Mittel, verschiedene Beobachtungen an einander zu reihen, und die einzelnen Helligkeitsunterschiede zu summiren, wenn wir die Unterschiede bedeutend an Helligkeit verschiedener Sterne durch zwischenliegende bestimmt haben, oder aus mehreren Beobachtungen desselben Unterschiedes ein Mittel zu nehmen. Seit länger als zwei Jahren bediene ich mich ihrer daher ausschliesslich, und habe mich überzeugt, dass durch ihre Einführung die Genauigkeit bedeutend befördert worden ist. Die diesen Zahlen zum Grunde liegende Einheit nenne ich eine Stufe, und es wird eine solche nahezu der zehnte Theil desjenigen Unterschiedes in der Helligkeit seyn, um den im Mittel zwei auf einander folgende Grössenclassen von einander entfernt sind. Die Anwendung dieser Stufenzahlen geschieht auf folgende Weise: Erscheinen mir beide Sterne entweder immer gleich hell, oder mögte ich bald den einen, bald den andern ein wenig heller schätzen, so nenne ich sie gleich hell, und bezeichne dies dadurch, dass ich ihre Zeichen unmittelbar neben einander setze, wobei es gleichgültig ist, welches Zeichen vorsteht; sind also die Sterne *a* und *b* verglichen, so schreibe ich entweder *a b* oder *b a*. Kommen mir auf den ersten Anblick zwar beide

Sterne gleich hell vor, erkenne ich aber bei aufmerksamerer Betrachtung und wiederholtem Uebergange von *a* zu *b* und *b* zu *a* entweder immer, oder doch nur mit sehr seltenen Ausnahmen *a* für eben bemerkbar heller, so nenne ich *a* um eine Stufe heller, als *b*, und bezeichne dies durch *a* 1 *b*, ist hingegen *b* der hellere, durch *b* 1 *a*, so dass immer der hellere vor, der schwächere hinter der Zahl steht. Erscheint der eine Stern stets und unzweifelhaft heller, als der andre, so wird dieser Unterschied für zwei Stufen angenommen, und durch *a* 2 *b* bezeichnet, wenn *a*, hingegen durch *b* 2 *a*, wenn *b* der hellere ist. Eine auf den ersten Anblick ins Auge fallende Verschiedenheit gilt für drei Stufen, und wird durch *a* 3 *b* oder *b* 3 *a* bezeichnet. Endlich bedeutet *a* 4 *b* eine noch auffallendere Verschiedenheit zu Gunsten von *a*. Grössere Unterschiede mit Sicherheit zu schätzen, ist wenigstens mein Auge nicht mehr fähig. Zwar habe ich früher zuweilen noch eine fünfte Stufe gebraucht, diese indess bei der Berechnung nicht berücksichtigt, und nicht ferner angewandt, nachdem ich mich durch Vergleichung zwischenliegender Sterne überzeugt hatte, dass sie oft bei Unterschieden von 6, 7, ja bis 8 Stufen noch gebraucht war. Selbst die vierte Stufe wurde, besonders bei den frühern Beobachtungen, zuweilen schon zu weit ausgedehnt; doch kann man dies bei gehöriger Vorsicht wol vermeiden, wenn sie gleich immer nicht so sicher ist, als die kleinern. Von diesen habe ich mich durch vielfache Vergleichungen überzeugt, dass sie, wenigstens sehr nahe, in dem angenommenen Verhältnisse zu einander stehen. Doch würde ich vorschlagen, dass jeder Beobachter eigene Versuche hierüber anstellte, indem er den

constanten Unterschied zwischen zwei weiter an Helligkeit aus einander stehenden Sternen durch verschiedene dazwischen liegende bestimmte.

Ausser den ganzen Stufen schätze ich noch halbe, wenn mir der Unterschied zu gross erscheint, um ihn zu der einen, zu klein, um ihn zu der nächst grössern zu rechnen. Diese bezeichne ich auf eben die Weise, wie die ganzen; ich schreibe also z. B. *a* 2.5 *b*, wenn mir *a* mehr als zwei, aber weniger als drei Stufen heller vorkommt als *b*. Auf eine andre Art betrachtet Sir John Herschel die Helligkeitsunterschiede, * und ich füge seine Definition um so lieber der meinigen hinzu, da sie äusserst lichtvoll ist, und eine schwierige Sache durch Betrachtung von mehreren Seiten nur gewinnen kann. Herr Herschel nimmt für den kleinsten Unterschied oder die erste Stufe den an, bei dem es nicht möglich ist, zwischen den beiden verglichenen Sternen sich noch einen andern, von jedem an Helligkeit verschiedenen, zu denken; ist der Unterschied so gross, dass man noch einen Stern dazwischen schieben könnte, der von jedem der verglichenen sich unterschiede, so rechnet er ihn für zwei Stufen, u. s. w. Die Erklärung ist einfach und bestimmt; nur kommt mir meine Bezeichnung durch Zahlen bequemer vor, als Herrn Herschels durch zwischen die Sternnamen gestellte verticale Striche, deren einer für 2, zwei für 3 Stufen gilt, u. s. w., während die erste Stufe durch unmittelbares Vorstellen des hellern Sterns angegeben wird, und die Gleichheit durch Untereinanderschreiben oder das gewöhnliche Gleichheitszeichen. Noch bemerke

* Memoirs of the Roy. Astronomical Society Bd. XI. pag. 270.

ich, dass Herrn Herschels Stufenweiten, soviel seine nicht sehr zahlreichen mir bekannt gewordenen Beobachtungen entscheiden lassen, vollkommen mit den meinigen übereinstimmen, so wie, dass auch er nicht über vier Stufen zu gehen scheint.

Es lässt sich nun allerdings nicht läugnen, dass in diesen Schätzungen einige Willkürlichkeit liegt, indem nach dem mehr oder minder reinen Zustande der Luft die Lichtunterschiede auch mehr oder minder auffallend erscheinen, und auch das Auge nicht zu allen Zeiten gleich empfänglich für kleinere Lichtabstufungen ist. Selbst die Lage des Kopfes hat hierauf einigen Einfluss, und ganz in der Nähe des Zeniths, wenn man den Kopf sehr weit nach hinten hinüberbiegen muss, ist die Schätzung immer schwieriger. Diesen Uebelstand kann man nur durch häufige Vergleichungen desselben Unterschiedes eliminiren. Da man aber bei einer Durchmusterung des ganzen Himmels nicht alle Sterne so oft vergleichen kann, als aus diesem Umstande wünschenswerth wäre, ohne die Vollendung der Arbeit gar zu weit hinauszuschieben, so ist es gut, einzelne Normalsternpaare für jede der vier Stufen auszuwählen, von denen man einige jeden Abend vor Anfang der Beobachtungen genau betrachtet, um dadurch den jedesmaligen Eindruck abzumessen, den die verschiedenen Stufenweiten auf das Auge machen.

Bei Anwendung dieser Mittel für die Helligkeitsmessungen ist es aber nicht gleichgültig, wie die einzelnen Sterne unter einander verglichen werden; ich schlage das folgende Verfahren vor: Zuerst untersuche man alle hellern Sterne, etwa bis zur zweiten dritten Grösse hinab durch Vergleichung der nahe

gleich hellen unter einander; wende hierbei aber, da die einzelnen Sterne dieser Art in der Regel ziemlich weit von einander entfernt sind, auch die Vergleichung der hellern Sterne, wie schon erwähnt, an und für sich schwierig ist, besondere Vorsicht an. Man wiederhole die Vergleichungen sehr oft, vergleiche immer nur bedeutend hoch und nahe in gleichen Höhen stehende, und suche die Bestimmungen durch Beobachtung in verschiedenen Jahreszeiten vielfach zu kreuzen, so dass man von den nahe gleich hellen jeden wo möglich mit jedem andern unmittelbar vergleicht. Man wird gut thun, zu diesen Beobachtungen die Zeiten der Dämmerung und die hellen Mondscheinnächte zu benutzen, indem man ohnedem die kleinern Sterne nicht gut sehen kann. Durch die Helligkeit des Himmelsgrundes wird dann das Licht der Sterne mehr geschwächt, und dadurch seine Abstufung leichter zu beobachten. Nur hüte man sich, solche Sterne zu vergleichen, die dem Mittelpuncte der Dämmerung oder dem Monde sehr nahe stehen, oder gegen dieselben eine zu verschiedene Lage haben. Man könnte versucht seyn, das allmälige Erscheinen der Sterne nach Sonnenuntergang oder ihr Verschwinden nach einander in der Morgendämmerung zur Bestimmung ihrer Helligkeitsabstufungen zu benutzen. Aber abgesehen davon, dass es schwierig seyn dürfte, die auf diese Weise erhaltenen Stufen mit den andern zu verbinden, wird diese Methode auch dadurch unbrauchbar, dass man die Stellen der Sterne hierzu nicht genau genug kennt; trifft das Auge zufällig auf eine Stelle des Himmels, an der ein eben sichtbar gewordener Stern steht, so wird man diesen schon erkennen, während man einen andern, eben so hellen,

beim Herumsuchen übersieht. So wird man Sterne, die in bekannten Configurationen mit andern hellern stehen, viel eher gewahr werden, als andre gleich helle, die vereinzelt am Himmel sich befinden.

Die übrigen Sterne wird man nun am besten nach den einzelnen Sternbildern zusammennehmen, doch so, dass die Sterne dritter Grösse mit mehreren der früher bestimmten hellern verglichen werden, auch solchen, die in andern Sternbildern liegen, hauptsächlich aber mit den in der Nähe befindlichen. An diese reihe man nun die demnächst schwächern des Sternbildes an, und gehe so bis zu den schwächsten mit unbewaffnetem Auge sichtbaren hinab, zu deren Bestimmung man sich, wie früher erwähnt, eines Opernglases wird bedienen müssen. Um aber bessern Zusammenhang unter den einzelnen Sternbildern zu erhalten, wird es vortheilhaft seyn, in jedem einzelne Sterne auch von geringeren Grössen mit nahestehenden der anliegenden zu vergleichen. Auch wird man gut thun, wenn man sich nicht gar zu scrupulös an die Sternbilder hält, sondern kleinere und solche, die nur wenige hellere Sterne enthalten, wie Camelopard, Luchs und andre, mit den anstossenden zusammennimmt, und von weit ausgedehnten, wie der Hydra, einzelne Theile mit den umliegenden gemeinschaftlich betrachtet. Vor allem vergleiche man aber auch hier jeden Stern mit mehreren um verschiedene Stufenzahl hellern und schwächern, und selbst die kleinsten doch wenigstens mit zwei hellern und zwei schwächern.

Die vorgeschlagene Beobachtungsweise, die sich in geschickten Händen und durch gesammelte Erfahrung noch in manchen Stücken wird modificiren lassen, müsste ein sehr schätzbares Resultat liefern.

Sie würde die Grössenverhältnisse der Sterne für unsre Zeit feststellen, würde dadurch spätern Forschern einen sichern Anhaltspunct geben zur Entscheidung der Anfangs aufgeworfenen Frage, ob die Sterne mit der Zeit ihre scheinbare Helligkeit ändern, und wahrscheinlich die Anzahl der bis jetzt bekannten periodisch veränderlichen Sterne bedeutend vermehren. Um aber den vollen Nutzen aus einer so mühevollen Arbeit zu ziehen, wäre noch eine Zusammenstellung und Aneinanderknüpfung der einzelnen gewonnenen Resultate nöthig, welche eine deutliche Uebersicht des Himmels in Beziehung auf Grössenverhältnisse der Sterne durch Aufstellung von absoluten Zahlen gewährte. Die wahre Art, diesen Zweck zu erreichen, wäre allerdings die Verknüpfung durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung; da aber die Ausführung dieser bei der übergrossen Menge von Gleichungen durchaus unmöglich ist, wenn man nicht auf jede Berücksichtigung des Werthes der einzelnen verzichten wollte; so schlage ich zu einer solchen Zusammenstellung einen andern Weg vor, der sich, wenn auch mit einer kleinen Aufopferung an Genauigkeit, so doch mit viel geringerer Mühe ausführen lässt. Man verbinde zuerst die einzelnen für die Sterne der ersten Grösse erhaltenen Vergleichungen, indem man für das Maass der Helligkeit eines derselben eine willkürlich gewählte Zahl setzt. Das Licht des Sirius übertrifft so sehr das aller übrigen Sterne, dass man von ihm nicht gut ausgehen kann. Auch Arcturus, Capella und Wega sind zu hell, um sie mit den schwächsten Sternen erster Grösse unmittelbar vergleichen zu können; man wähle desshalb etwa Procyon, der sich sowol in Beziehung auf Helligkeit

als auf seine Lage mit allen andern Sternen dieser Classe vortheilhaft vergleichen lässt. Gäbe man diesem etwa die Helligkeit 55, so würde man für Arctur nahe 60, und für die schwächsten Sterne sechster Grösse nahezu 0 finden, so dass dann die mit unbewaffneten Augen unsichtbaren Sterne negative Grössen erhalten würden. Aus dieser Annahme für Procyon und den beobachteten Stufenunterschieden zwischen ihm und den übrigen Sternen erster Grösse leite man die Helligkeiten dieser nach der Methode der kleinsten Quadrate ab. Um hierbei die verschiedenen Gleichungen mit dem richtigen Werthe zum Resultate stimmen zu lassen, nehme man diesen nach der Anzahl der einzelnen Beobachtungen und nach der Stufenweite an, so dass man den Stufen 0, 1, 2 den Werth 1, der dritten Stufe den Werth $^7/_8$, der vierten $^3/_4$ und der fünften, die man hier nicht wird vermeiden können, $^1/_2$ giebt. Dann untersuche man ebenso die Sterne der ersten bis zweiten Grösse, indem man wieder die Helligkeit eines mittlern willkürlich annimmt. Um die beiden Reihen mit einander zu verbinden, nehme man ein Mittel aus allen beobachteten Unterschieden zwischen Sternen, von denen der eine zu der ersten, der andere zur zweiten Reihe gehört, und corrigire dadurch die angenommene mittlere Helligkeit der zweiten Reihe. So gehe man fort bis zu den Sternen 2. 3ter Grösse, wobei man aber schon die gewöhnliche Eliminationsmethode nicht mehr wird anwenden können, sondern eine Umformung, die, wenn alle Sterne einer Reihe mit allen andern derselben gleich sicher verglichen sind, fast unmittelbar, wenn nicht vollkommen, nach wenigen Annäherungen die wahrscheinlichsten Resultate

giebt. * Nachdem man auf diese Weise die Helligkeiten aller grössern Sterne auf ein bestimmtes Maass gebracht hat, knüpfe man an diese die schwächern Sterne in den einzelnen Sternbildern an, indem man diese wieder in einzelne Reihen abtheilt, oder auch nur durch einfache Summirung der einzelnen Unterschiede. Zur Controle, und um eine noch festere Verbindung zu erhalten, könnte man ausserdem noch etwa 12 bis 15 Sterne der vierten Grösse in verschiedenen Gegenden des Himmels unter einander, so viel wie möglich jeden mit jedem vergleichen, und ihre relative Helligkeit auf die frühere Weise ermitteln. Die Erfahrung würde dann zeigen, ob beide Methoden für diese dasselbe Resultat geben, oder ob man Ausgleichungen müsste Statt finden lassen. — Dies ist die Anordnung, die ich mir für eine der wichtigsten astronomischen Arbeiten als die zweckmässigste vorstelle; Erfahrung und besondere Umstände der Ausführung werden darin gewiss noch manche Aenderungen als zweckmässig erkennen lassen; mögte sie bald Freunde finden, die sich ihr widmeten!

Es ist schon darauf aufmerksam gemacht worden, dass verschiedenfarbiges Licht der Sterne nicht auf alle Augen gleichen Eindruck mache; namentlich scheint das rothe Licht für manche Augen viel glänzender zu seyn, als für andre. Schon desshalb ist eine Bestimmung der Farbe der einzelnen Sterne nöthig, noch wichtiger aber, weil es nicht unwahrscheinlich ist, dass wenigstens einzelne Sterne mit der Zeit ihre Farbe verändern. Bekannt ist, dass

* Die Formeln hierfür werde ich in den Astronomischen Nachrichten mittheilen.

Sirius von Ptolemäus und mehreren Römischen Schriftstellern den Sternen mit starkrothem Lichte zugezählt wurde, während er jetzt im blendendsten, sogar etwas ins Bläuliche spielenden Weiss glänzt.

Diese Untersuchung ist aber nur für Diejenigen geeignet, die ein feines Unterscheidungsvermögen für Farben besitzen, eine Gabe der Natur, die Vielen ganz mangelt. der grossen Mehrzahl nur in geringerem Maasse zugetheilt ist. Gewiss wird sie durch Uebung gestärkt und verfeinert werden können, gewiss lässt sie aber auch dem Spiele der Phantasie manchen Raum, und ist daher mit um so grösserer Vorsicht anzuwenden. Ueberhaupt, ist schon die Untersuchung der Helligkeit der Sterne nicht ganz von Willkürlichkeiten frei, so ist dies noch weniger bei der der Farbe der Fall, und es werden hier noch mehr conventionelle Unterscheidungen eingeführt werden müssen. Ich schlage vor, etwa folgende Farben zu wählen: purpur, roth, orange, gelb, weiss und bläulich, und diese in zwei oder drei Abstufungen anzugeben; in ein näheres Detail wage ich aber um so weniger einzugehen, als ich in der Schätzung der Farben sehr wenig Uebung habe, und auch keine grosse Empfänglichkeit für ihre verschiedenen Eindrücke besitze.

Die veränderlichen Sterne.

Die Griechischen und Römischen Schriftsteller und die Chronisten des Mittelalters erwähnen öfter neu entstandener Sterne, von denen zuweilen noch hinzugefügt wird, dass nachdem sie einige Zeit geglänzt, sie wieder verschwunden seien. Der merkwürdigste

solcher Sterne ist derjenige, der zu Ende des October oder Anfangs November des Jahres 1572 in der Cassiopeia sich plötzlich den Blicken der erstaunten Astronomen darstellte, bei seinem ersten Erscheinen der Venus an Glanze gleichkam, dann allmälig schwächer ward, und im März 1574 wieder verschwand. Wenn man die Erzählungen der Chronikenschreiber von neu entstandenen Sternen für Fabeln oder Verwechselungen zu halten geneigt gewesen war, so zeigte jetzt der Augenschein das bezweifelte Factum. Und nicht allein für die Zeitgenossen war es beweisend; auch der Nachwelt sind so viele genaue Beschreibungen und Beobachtungen aufbewahrt, und von dem ausgezeichneten Himmelsforscher Tycho Brahe, dem sorgfältigsten und geübtesten Beobachter dieses Phänomens in einem eigenen Buche gesammelt worden, dass diese merkwürdige Erscheinung als unbezweifelte Thatsache feststeht.

Für ein ähnliches Phänomen hielt auch David Fabricius, Prediger in Osteel in Ostfriesland, und früherer Schüler und Gehülfe Tycho's, einen Stern dritter Grösse im Sternbilde des Wallfisches, von dem er in den Frühstunden des 13. August 1596 Abstände des Mercur gemessen, den er früher nicht gesehen hatte, den er in keinem Cataloge fand, und den er nach dem October des genannten Jahres nicht weiter sehen konnte. Wahrscheinlich bemerkte Fabricius erst, als der Stern sehr schwach wurde, und endlich ganz verschwand, dass er einen neuen Stern beobachtet habe. Sonst ist es unbegreiflich, wie er diese wichtige Beobachtung nicht früher bekannt gemacht hat, wie sie überhaupt fast gar kein Aufsehen erregte, und wir erst acht Jahre später in zwei

Schriften Keplers dürftige Nachrichten darüber finden. Bald war sie ganz vergessen, und erst als Phocylides Holwarda, Professor in Franecker, im December des Jahres 1638 bei Gelegenheit einer von ihm beobachteten Mondfinsterniss wieder in der Brust des Wallfisches einen neuen Stern gewahr ward, ihn bis zur dritten Grösse zunehmen, dann im Januar des folgenden Jahres abnehmen sah, im nächsten August ihn erblicken konnte, aber im December ihn wieder deutlich erkannte, und seine Wahrnehmungen durch den Druck bekannt machte, — erst dann ward man an jenen Stern des Fabricius erinnert, fand nun, dass beide an einer und derselben Stelle des Himmels gestanden, an derselben, an der auch Bayer in seinen Charten einen Stern, aber nur vierter Grösse, angegeben und mit dem Buchstaben *o* bezeichnet hatte, und erkannte so zum ersten Male einen Stern, der nur von Zeit zu Zeit, und zwar in veränderlicher Grösse, sich zeigte, dazwischen aber nicht nur dem blossen Auge, sondern sogar in Fernröhren vollständig unsichtbar wurde. So auffallend diese Erscheinungen auch waren, so wurden sie doch nur sehr unvollständig von Fullenius, einem Collegen des Holwarda, von Jung in Hamburg und Hevelius in Danzig beobachtet, und erst 1660 fing der letztere, und nach ihm Französische Astronomen an, sie eifriger zu verfolgen. Bouillaud machte zuerst die Bemerkung, dass der Lichtwechsel dieses merkwürdigen Sterns, den Hevel Mira nannte, einen ziemlich regelmässigen Verlauf habe, und der Stern innerhalb ungefähr 11 Monaten von seiner grössten Helligkeit allmälig abnehme, mehrere Monate lang unsichtbar bleibe, und dann von Neuem allmälig zur grössten Helligkeit

gelange. Er, und besonders später Jacob Cassini, zeigten aber zugleich, dass diese Periode weder vollkommen gleichförmig sei, noch auch der Stern in seinem Maximum, dem Zeitpuncte der grössten Helligkeit immer dieselbe Grösse erreiche, sondern während er zuweilen bis zur zweiten anwachse, in andern Erscheinungen zwischen der dritten und vierten sich halte. An genauere, täglich fortgesetzte Beobachtungen, an consequente Durchführung einer bestimmten Methode, um daraus den Gang des Lichtwechsels sicherer zu ermitteln, dachte Niemand.

In dieser Sorglosigkeit machte selbst die Entdeckung zweier neuen periodisch veränderlichen Sterne, des Sterns χ im Halse des Schwanes durch Gottfried Kirch im Jahre 1686, und eines in der Wasserschlange, des 30sten in Hevels Sternverzeichnisse, durch Maraldi im Jahre 1704 keine Aenderung, eben so wenig als die um dieselbe Zeit von Montanari und Maraldi gemachte Bemerkung, dass auch der Stern Algol, oder β im Perseus, zu verschiedenen Zeiten von verschiedener Grösse erscheine. Man begnügte sich, zuweilen, oft in Monate und selbst Jahre langen Zwischenräumen, nach den Sternen zu sehn, ihre ungefähre Grösse anzugeben, und aus solchen Beobachtungen die Perioden roh zu ermitteln.

Erst gegen das Ende des verflossenen Jahrhunderts erwachte wieder etwas mehr Interesse für diesen Gegenstand, und besonders waren es zwei Englische Astronomen, John Goodricke und Edward Pigott, die nicht nur die bekannten Veränderlichen sorgfältiger beobachteten, die Periodicität von Algol entdeckten, und die der andern genauer bestimmten,

sondern auch ihre Anzahl bedeutend vermehrten, indem sie die Sterne η im Adler, β in der Leyer, δ im Cepheus, einen kleinen Stern in der nördlichen Krone und einen ähnlichen im Sobieskyschen Schilde als periodisch veränderlich erkannten. Ihnen schloss sich der ältere Herschel an, der an dem Sterne α im Hercules eine periodische Veränderlichkeit nachwies, so wie Koch in Danzig, welcher dasselbe für einen Stern im Löwen, Nro. 420 nach Mayers Sternverzeichniss, that. Später entdeckte noch Harding in der Jungfrau, im Wassermann und in der Schlange des Ophiuchus neue veränderliche Sterne. Ausserdem beschäftigten sich noch Bode, Olbers und besonders auch Wurm mit dieser Classe von Erscheinungen. Der letztere muss viele und wahrscheinlich gute Beobachtungen angestellt haben, die aber zum grossen Nachtheil der Sache nie bekannt geworden, und wahrscheinlich leider ganz verloren gegangen sind. Denn Wurm begnügte sich mit Publicirung der Resultate, die er aus seinen eigenen und den Beobachtungen seiner Vorgänger über die Perioden und sonstigen Erscheinungen der Sterne Algol, η im Adler, Mira und den Veränderlichen in der Jungfrau mit grosser Umsicht hergeleitet hatte. Einen gleich sorgfältigen Berechner fand χ im Schwan an Olbers, dessen zweiten Aufsatz über diesen Gegenstand noch nach seinem Tode dieses Jahrbuch für 1841 brachte.

Nach einer längern Unterbrechung nahm Westphal in Danzig sich der Veränderlichen wieder an, beobachtete fast alle bis zu seiner Zeit bekannt gewordenen während der Jahre 1817 bis 1819, und berechnete ihre Perioden aus allen vorhandenen Beobachtungen und nach richtigeren Methoden. Leider

aber fehlte es ihm an der gehörigen Sorgfalt im Beobachten; gar zu bald erkaltete auch sein Eifer ganz, und die Veränderlichen geriethen abermals auf viele Jahre fast in gänzliche Vergessenheit. Erst in der neuesten Zeit haben sie wieder Freunde gefunden, die unsere Kenntniss von ihnen zu erweitern bestrebt waren. Sir John Herschel hat auf der südlichen Hemisphäre an η im Schiffe eine merkwürdige Veränderlichkeit wahrgenommen, worüber er zwar auch nur wenig Detail bekannt gemacht hat, deren Periodicität aber ganz neuerlich durch Beobachtungen von einer andern Seite her sehr wahrscheinlich gemacht worden ist. Derselbe hat auch zuerst die Veränderlichkeit von α in der Cassiopeia, α im Orion und α in der Wasserschlange erkannt, welche letztere vielleicht noch einigen Zweifeln Raum giebt. Ihm schliessen sich ein Paar Englische Liebhaber der Astronomie an, und in Deutschland werden jetzt die Erscheinungen der meisten mit Sorgfalt und Ausdauer in Aachen von Herrn Oberlehrer Heis, in Breslau von Herrn Professor von Boguslawski und in Bonn beobachtet. Möchten diese Bestrebungen nicht länger vereinzelt bleiben! Möchten diese Blätter dazu beitragen, ihnen recht viele thätige, umsichtige und sorgfältige Theilnehmer zu schaffen!

Das folgende Täfelchen giebt eine Uebersicht über sämmtliche bis jetzt als gewiss veränderlich erkannte, in unsern Gegenden sichtbare Sterne.* Es enthält auch solche, die nie mit blossen Augen sichtbar sind,

---

* In meiner Uranometrie sind die zuweilen wenigstens mit blossen Augen sichtbaren durch das beigeschriebene Wort „var" bezeichnet.

und daher eigentlich ausser dem Bereiche dieses Aufsatzes liegen; ich habe aber geglaubt, dass manche Liebhaber, die Interesse für diese merkwürdige Classe von Sternen gefasst haben, sich vielleicht ein Fernrohr zu verschaffen wissen werden, womit sie auch die Wechselungen der nur durch ein solches sichtbaren Sterne verfolgen können. Die erste Columne enthält die Ordnungsnummer der Sterne nach der Zeitfolge ihrer Erkennung als periodisch veränderlich; die zweite das Sternbild, in dem sie vorkommen, und die Bezeichnung in demselben, wenn eine solche vorhanden ist; die dritte und vierte die Gerade Aufsteigung und Abweichung für das Jahr 1840; die fünfte die mittlere Dauer der Periode in Tagen und deren Decimalen, und zwar in um so mehreren, je genauer sie bekannt ist; die sechste und siebente die Grösse, die der Stern im Maximum und im Minimum hat, wobei ein Strich in der letztern bedeutet, dass der Stern in seinem kleinsten Lichte entweder ganz verschwindet, oder wenigstens bis jetzt noch nicht mit Sicherheit gesehen worden ist. Es sind dabei die sichersten Daten zum Grunde gelegt, deren genauere Angabe weiter unten bei der nähern Beleuchtung der Eigenthümlichkeiten der einzelnen Sterne erfolgen wird. Bei α in der Wasserschlange ist die Periode noch s e h r ungewiss, und desshalb mit einem Fragezeichen versehen.

	Name der Sterne.	1840 AR.	1840 Decl.	Dauer der Periode	Grösse Max.	Grösse Min.
1	o Wallfisch	32° 49′	— 3° 42′	T 332.04	2.	—
2	χ Schwan	296 6	+32 31	406.06	5.	—
3	30 Wasserschl.	200 15	—22 27	493.86	4.	—
4	Algol	44 26	+40 20	2.8673	2.3	4
5	η Adler	296 5	+ 0 36	7.1763	4.3	5.4
6	β Leyer	281 3	+33 11	12.9119	3.4	4.5
7	im Löwen	144 44	+12 10	311.4	5.6	—
8	δ Cepheus	335 48	+57 35	5.3664	4.3	5.4
9	α Hercules	256 50	+14 35	95	3	4.3
10	in der Krone	235 30	+28 41	335	6	—
11	in Sob. Schild	279 44	— 5 52	60.395	5	7
12	in der Jungfrau	187 36	+ 7 52	145.43	6	—
13	im Wassermann	353 53	—16 10	389	7	—
14	in der Schlange	228 33	+14 54	366	8	—
15	eben da	235 50	+15 38	359	6.7	—
16	α Cassiopeia	7 52	+55 39	79.03	2	3.2
17	α Orion	86 38	+ 7 22	199	1	1.2
18	α Wasserschl.	139 56	— 7 58	55 ?	2	2.3

Die in dieser Tafel enthaltenen Perioden und Grössenangaben sind die mittlern. Wie aber schon früher von Mira bemerkt wurde, so hat man später auch bei mehreren andern Veränderlichen gefunden, dass sie in ihrem grössten Lichte weder immer gleich hell sind, noch auch die Dauer der Periode sich immer gleich bleibt. Die Unterschiede sind zuweilen sehr bedeutend, und gehen in der Lichtstärke auf

zwei Grössen, in der Länge der Perioden auf ein Zehntel derselben. Eben solche Verschiedenheiten hat man bei mehreren Sternen in der Art des Lichtwechsels wahrgenommen. Im Allgemeinen hat man bemerkt, dass die meisten Veränderlichen bedeutend rascher von ihrem kleinsten Lichte zum grössten gelangen, als zurück von diesem zu jenem; aber weder die Art, wie dies geschieht, noch auch der Unterschied zwischen der Zeit der Lichtzu- und Abnahme ist bei allen constant, sondern bald geringer, bald grösser. Vieles ist hierbei auf die mangelnde Genauigkeit und die geringe Anzahl der Beobachtungen zu schieben; aber in manchen Fällen sind die Unregelmässigkeiten zu deutlich, die Zeitverschiedenheiten zu gross, als dass man sie jenen Ursachen allein zuschreiben könnte.

Alle diese Umstände sind noch sehr wenig erforscht. Für einige Sterne zwar haben Pigott und Goodricke ungefähr die Zeitdauer angegeben, welche sie im kleinsten Lichte bleiben, an Licht zunehmen, in der grössten Helligkeit glänzen, und wieder abnehmen. Ihnen folgend hat Westphal für andre auf ziemlich rohe Weise die Zeiten aufgesucht, die dieselben im Mittel brauchen, um von gewissen Grössen bis zum Maximum zu steigen, und von diesem wieder bis zu jenen hinabzusinken. Indess sind diese Angaben so vage, dass sie durchaus kein deutliches Bild von den verschiedenen Lichtgestalten geben, und noch weniger die Grösse und Form der Abweichungen von der Regel erkennen lassen. Selbst die Kenntniss derjenigen drei Sterne, deren Perioden in wenigen Tagen vollendet werden, und die während der letzten Jahre zu Aachen und Bonn in allen Puncten ihres

Lichtzustandes vielfältig beobachtet worden sind, ist immer noch eine sehr beschränkte. Wenn auch die unten folgenden Tafeln diesen im Allgemeinen feststellen, so dass man darnach im Stande ist, die Lichtstärke, die sie zu einer bestimmten Zeit haben werden, im Voraus so genau anzugeben, wie man sie durch das blosse Auge bei einmaliger Beobachtung erkennen kann; so bezieht sich dies doch nur auf die mittlere Helligkeit in den verschiedenen Stadien. Ob diese immer dieselbe ist, oder ob Abweichungen vorkommen, die die einzelne Beobachtung zwar nicht erkennen lässt, die sich aber im Mittel aus mehreren gleichzeitig von verschiedenen Beobachtern angestellten herausstellen würden, darüber sind wir noch im Dunkeln. Ausserdem gelten diese Tafeln nur für die unmittelbare Gegenwart, und scheinen den vor einem halben und selbst vor einem Viertel-Jahrhundert angestellten Beobachtungen nicht innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler zu entsprechen.

Bei dieser niedrigen Stufe, auf der unsre Kenntniss von den einzelnen Sternen steht, lässt sich natürlich noch weniger etwas Allgemeines, geschweige eine einigermaassen haltbare Theorie aufstellen, die den Lichtwechsel aller aus einem Principe ableitete. An Hypothesen, auch recht sinnreichen, fehlt es freilich nicht: sie lassen sich, mit Uebergehung der, auf den ersten Blick als unhaltbar sich ergebenden, auf folgende drei zurückführen:

1) Axendrehung der Sterne bei an verschiedenen Seiten ihrer Oberfläche verschiedener Leuchtungsfähigkeit, wodurch sie heller erscheinen müssen, wenn sie uns die heller leuchtende Seite zukehren, dunkler, wenn die weniger glänzende.

2) Axendrehung bei stark abgeplatteter Gestalt und bedeutender Schwankung der Umdrehungsaxe gegen die Gesichtslinie. Fällt nun die Axe nahe mit der Gesichtslinie zusammen, so wenden die Sterne uns eine sehr ausgedehnte Fläche zu, senden uns viel mehr Licht, und erscheinen daher heller, als wenn sie uns bei einem sehr grossen Winkel der Axe mit der Gesichtslinie, wenn ich so sagen darf, ihre schmale Kante zukehren.

3) Grosse, die Sterne umkreisende Planeten, in deren Bahnebene die Gesichtslinie nahezu fällt, und die daher bei ihrer untern Conjunction mit dem Sterne einen grossen Theil des sonst von ihm zu uns gelangenden Lichts auffangen, ihn also weniger hell erscheinen lassen.

Die erste dieser Hypothesen scheint die plausibelste zu seyn, und im Allgemeinen die sämmtlichen Erscheinungen der einzelnen Sterne gut zu erklären, wenn wir annehmen, dass die Beschaffenheit derselben der unsrer Sonne ähnlich ist. Nach den Untersuchungen von W. Herschel, Schröter, Sömmering und andern ist die Sonne ein dunkler, mit grossen Unebenheiten besetzter Körper, die sich in mehreren Gegenden, besonders in der Nähe ihres Aequators, als weit ausgedehnte Gebirgszüge mit vielen höhern Spitzen darstellen. Eine leuchtende Atmosphäre umgiebt sie, vielleicht über einer andern, nicht leuchtenden, sondern nur durch jene schwach erleuchteten. Diese letztere ist für unsere Erklärung ohne Bedeutung; die leuchtende aber erleidet, gleich der unsere Erde umgebenden, bedeutende Schwankungen, bisweilen so starke, dass sie dadurch bis unter die höhern Gipfel zurückgedrängt wird, und uns diese als dunkele Flecken sichtbar macht.

Wenn wir dieselbe Gestaltung bei den veränderlichen Sternen annehmen, müssen wir auf ihnen in gewissen Gegenden so hohe und weit ausgedehnte Erhebungen voraussetzen, dass sie immer aus der leuchtenden Atmosphäre hervorragen. Der Stern wird dann, wenn er uns bei seiner Drehung um seine Axe die Seite zuwendet, auf welcher allein oder in grösserer Anzahl solche Hervorragungen sich befinden, auf welcher also seine leuchtende Fläche bedeutend kleiner ist, als auf der andern, dunkler erscheinen, als wenn er uns die zukehrt, auf welcher gar keine oder wenigere und kleinere Hervorragungen vorhanden sind. Man würde sich leicht für den Lichtwechsel jedes besonderen Sterns eine solche Vertheilung mehrerer dunkler Stellen vorstellen können, die alle Phasen vollständig erklärt, zumal wenn man bedenkt, dass die Flecken nur dann in ihrer vollen Grösse erscheinen, wenn sie gerade in der Mitte des Sterns sich befinden, hingegen um so weniger ausgedehnt, je mehr wir sie bei ihrer Annäherung an den Rand durch die Axendrehung von der Seite anschauen.

Bei denjenigen Sternen, welche ihre Perioden genau einhalten, in gleichen Abschnitten dieser immer die gleiche Helligkeit zeigen, würden wir aus dieser Gleichförmigkeit darauf schliessen, dass entweder die Schwankungen der Atmosphäre auf ihnen sehr geringe sind, oder dass die Hervorragungen, sei es aus einer Menge steiler Pics, sei es aus schroff ansteigenden Hochebenen bestehen, so dass die Atmosphäre selbst bei bedeutenden Schwankungen nur geringe Strecken mehr oder weniger bedeckt. Wenn aber Sterne in ihren Perioden und Helligkeiten sehr bedeutende

Verschiedenheiten zeigen — und merkwürdig ist es, dass beide Erscheinungen, wo sie vorkommen, immer vereinigt Statt finden — so würden wir daraus auf ein sehr sanftes und allmäliges Ansteigen der Gebirge auf ihnen schliessen müssen. Unter dieser Voraussetzung würde nämlich die leuchtende Atmosphäre schon bei geringen Erhebungen einen weit grössern Theil des dunkeln Körpers bedecken, und den Stern dadurch viel heller erscheinen lassen, als wenn sie bei gleicher Lage desselben gegen unsre Gesichtslinie einen etwas niedrigern Stand hat, und dann einen weit ausgedehntern Strich desselben bloss legt, also den Stern bedeutend weniger hell zeigt.

Was hier nur kurz angedeutet werden konnte, würde man für jeden einzelnen Stern leicht bis ins kleinste Detail auszuführen vermögen. Es würde keine Schwierigkeit haben, die ungefähre Ausdehnung und Lage der dunkeln Höhenzüge dem Lichtwechsel anzupassen, aus den grössern oder geringern Abweichungen der Periode und der Helligkeit vom Mittel den Böschungswinkel der Gebirge beiläufig zu schätzen, ja mit einiger Phantasie die Gebirgsarten zu bestimmen, woraus jene Sterne hauptsächlich bestehen, wenn wir sie mit denen unsrer Erde vergleichen wollten. Aber fern sei es von uns, Spielen der Phantasie nachzuhangen, die jeder ernsten Forschung hindernd entgegentreten. Selbst zu dieser ist es noch nicht an der Zeit, denn es stellen sich dieser Hypothese noch mehrere sehr bedeutende Schwierigkeiten entgegen, von denen ich die hauptsächlichsten hier aufführen will:

1) Algol glänzt während etwa sieben Achteln der Dauer seiner Periode in ganz gleicher Helligkeit,

und zeigt nur in dem letzten Achtel jene bedeutende Ab- und Wiederzunahme derselben: eine Erscheinung, die sich aus dieser Hypothese schwerlich anders, als durch die unwahrscheinliche Annahme eines mit der Periode der Umdrehung dem die Axe periodisch gleichzeitigen plötzlichen Sinkens der Atmosphäre würde erklären lassen.

2) Es ist schon bemerkt worden, dass die meisten Veränderlichen schneller an Helligkeit zu- als abnehmen; die wenigen, bei welchen dieser Umstand noch nicht constatirt ist, sind überhaupt noch nicht genau genug bekannt, um darüber mit Sicherheit entscheiden zu können, und Nr. 11, bei dem das Umgekehrte Statt zu finden scheint, ist nur sehr unsicher bestimmt. Ausserdem haben aber auch alle genauer untersuchten die Eigenthümlichkeit, dass ihre Lichtabnahme Anfangs rascher von Statten geht, dann während einiger Zeit ganz unmerklich ist, und für das blosse Auge still zu stehen scheint, gegen das Minimum hin aber wieder schneller wird; bei β Lyrae verwandelt sich dieser scheinbare Stillstand sogar in ein zweites Maximum. Beide Erscheinungen würden sich allerdings bei jedem einzelnen Sterne durch eine geeignete Configuration der Erhebungen ohne Schwierigkeit erklären lassen; ihr Zusammentreffen bei allen aber würde eine Gleichförmigkeit dieser Configurationen auf ihnen allen erforderlich machen, welche anzunehmen wir bei der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit, die überall in der Natur herrscht, nicht berechtigt sind.

3) Bei zweien Veränderlichen zeigt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit eine regelmässige Veränderung der Periode, nämlich bei Algol eine sehr langsame der Zeit proportionale Verkürzung derselben,

bei β Lyrae eine schnellere, wie es den Anschein hat, gleichfalls der Zeit proportionale Verlängerung. In unserm Sonnensysteme sind nun alle Axendrehungen vollkommen gleichförmig, und Laplace hat gezeigt, dass in denselben Newtons Gravitationsprincipe gemäss auch keine Abweichungen von der Gleichförmigkeit vorkommen können, die selbst nach Jahrtausenden nur merklich würden. Allerdings sind wir nicht berechtigt, aus dem, was bei uns Gesetz ist, unmittelbar auf die Regeln zu schliessen, nach denen andre Sonnen sich bewegen; wir haben aber genug Andeutungen, dass auch in jenen fernen Regionen das Gesetz der allgemeinen Schwere gelte, um wenigstens nur mit der grössten Vorsicht Hypothesen aufzustellen, die jenem widersprechen, wie dieses eine in dem kurzen Zeitraume von 50 Jahren schon bemerkbare Abweichung von der Gleichförmigkeit der Axendrehung thun würde.

Dieselben Schwierigkeiten stellen sich auch der Annahme der zweiten Hypothese entgegen, ganz abgesehen davon, dass eine so bedeutende Schwankung der Umdrehungsaxe, wie sie erforderte, höchst problematisch ist, und wir, um die Abweichungen von den mittlern Perioden und Helligkeiten zu erklären, zu ähnlichen Ursachen, als bei der ersten Hypothese unsre Zuflucht nehmen müssten. Wir würden also in der Hauptsache wieder auf diese zurückkommen, aber sie nur noch mehr verwickeln, ohne dadurch eine wahrscheinlichere Erklärung der Phänomene zu erlangen. Die dritte Hypothese ist bei näherer Betrachtung eben so unwahrscheinlich. Sie würde nach unsern Begriffen ganz ungewöhnlich grosse Planeten und ausserordentlich excentrische Bahnen voraussetzen,

deren Perihel ausserdem noch nahe in unserer Gesichtslinie hinter dem Sterne, die Bahnebene in dieser liegen müsste. Ohne diese Bedingungen müsste der Stern eine viel längere Zeit in vollem und gleichem Lichte erscheinen, als wir es bei irgend einem veränderlichen gewahr werden. Nur die Erscheinungen von Algol würden sich in dieser Hypothese gut erklären lassen; aber dann welche kurze Umlaufszeit! wie ungewöhnlich kurz selbst bei δ Cephei, η Aquilae und β Lyrae! Ferner müssten wir, um die Unregelmässigkeiten zu erklären, enorme Störungen dieser Planeten entweder in der mittlern Bewegung oder der Neigung und Knotenlinie annehmen; und jene Gleichförmigkeit in der Art der Lichtzu- und Abnahme setzt auch dieser Hypothese dieselben Schwierigkeiten entgegen, als den andern. Eine Verbindung der einen Hypothese mit der andern würde in vielen Fällen leichter zum Ziele führen, aber die eben erwähnte Gleichförmigkeit bei allen Veränderlichen doch nicht erklären.

Doch wozu überhaupt schon Hypothesen über die Entstehung dieser räthselhaften Erscheinungen, da sie uns selbst noch so wenig bekannt sind. Wollen wir uns eine wahre und richtige Einsicht in die Ursachen derselben verschaffen; wollen wir zu ergründen versuchen, welche Kräfte es sind, die aus unmessbaren Fernen auf so eigenthümliche Weise uns Kunde von sich geben; wollen wir, wenn ich mich so ausdrücken darf, die Sprache verstehen lernen, in welcher diese durch einen endlosen Raum von uns getrennten Körper zu uns sprechen, in der sie uns die bei ihnen herrschenden Gesetze mittheilen: — so müssen wir die Schrift erst lesen können, müssen die Worte erst

verstehen und kennen, in denen sie zu uns spricht. Wir müssen also zunächst die Erscheinungen selbst genau studiren, müssen das Gemeinsame und Regelmässige in ihnen herauszufinden bemüht seyn, dann die Art, wie die Abweichungen von der Regel sich ereignen, erforschen, um zu erkennen, ob diese wieder in bestimmter Ordnung sich folgen, oder ob hier alle Ordnung schwindet, wenigstens für uns erkennbar zu werden aufhört. Wir werden daher vorzüglich auf folgende Puncte unsere Aufmerksamkeit zu richten haben:

1) Das Fundament der ganzen Untersuchung über die veränderlichen Sterne ist die Dauer der Periode. Ohne ihre genaue Kenntniss ist kein Aneinanderknüpfen der einzelnen Beobachtungen möglich; ihre Ermittelung aus so weit als möglich aus einander gelegenen Epochen des grössten und kleinsten Lichtes oder auch andrer Phasen, wenn diese constant sind, wird daher allen übrigen Forschungen vorausgehen müssen.

2) Hieran knüpft sich von selbst die Untersuchung, ob die Periode zu allen Zeiten immer von gleicher Dauer ist, oder ob die Unterschiede zwischen den einzelnen mit Hülfe dieser Periode berechneten Zeiten der Maxima und Minima und den unmittelbar beobachteten so gross sind, dass wir sie nicht mehr als Beobachtungsfehler allein ansehen können, sondern in Unregelmässigkeiten der Erscheinung selbst ihren Grund suchen müssen. Sind diese Unterschiede gross, so wird die Entscheidung der Frage nicht schwierig seyn; wo sie aber geringe sind, und besonders bei den raschen Lichtwechseln der in wenigen Tagen alle Phasen durchlaufenden Sterne, kann diese Entscheidung

nur durch das Zusammenwirken möglichst vieler Beobachter herbeigeführt werden, um durch ein Mittel aus vielen Beobachtungen die Fehler der einzelnen zu compensiren.

3) Finden sich nun solche Abweichungen von der mittlern Periode, so muss untersucht werden, ob sie etwa der Zeit proportional vor sich gehen, oder ob wir irgend eine andre, von höhern Potenzen der Zeit abhängende Formel aufzufinden vermögen, welche sie mit der Beobachtung in Uebereinstimmung bringt, oder endlich, ob sie vollkommen unregelmässig sind, d. h. wol nur so complicirt, dass wir keine Regelmässigkeit darin entdecken können.

4) Gleicherweise ist zu untersuchen, ob die Helligkeiten, die in den verschiedenen Maximis und Minimis sich zeigen, wenigstens innerhalb der Gränzen der Beobachtungsfehler, immer dieselben, oder zu verschiedenen Zeiten verschieden sind.

5) Wenn sich Verschiedenheiten zeigen, die in zweifelhaften Fällen gleichfalls nur durch das Zusammenwirken Vieler ermittelt werden können; so wird uns obliegen, zu untersuchen, ob diese einem bestimmten Gesetze folgen, oder ganz regellos sind, und im erstern Falle, ob sich zwischen diesen Gesetzen und denen, die die Abweichungen der Periode befolgen, ein Zusammenhang ausfindig machen lässt.

6) Erst wenn auf diese Weise die Hauptumstände des Lichtwechsels erkannt sind, werden wir zu den zwischen den Maximis und Minimis liegenden Erscheinungen übergehen können. Indem wir die seit dem letzten nach unsern Formeln berechneten Maximum oder Minimum verflossenen Zeiten als Abscissen betrachten, die Helligkeiten, die diesen Zeiten

nach der Beobachtung entsprechen, als Ordinaten, werden wir durch die Endpuncte dieser Ordinaten eine Curve ziehen können, die L i c h t c u r v e, die uns auch für eine jede zwischenliegende Zeit die Helligkeit angeben wird. Bei den Sternen mit längerer Periode wird sich diese Lichtcurve aus jeder einzelnen mit einiger Sicherheit ableiten lassen, und wir werden sie, selbst wenn wir keine Formel für die Unregelmässigkeiten gefunden haben, aus den Zeitunterschieden mit dem unmittelbar beobachteten Maximum oder Minimum ableiten können. Für diejenigen Sterne aber, die in wenigen Tagen alle Phasen durchlaufen, werden wir, wenn nicht sehr vervielfältigte Beobachtungen von Mehreren vorhanden sind, nur aus der Verbindung der Erscheinungen während mehrerer Perioden einige Sicherheit erlangen.

7) Werden wir nun zu untersuchen haben, ob die Lichtcurve in allen Perioden dieselbe ist, oder ob auch hier Abweichungen vorhanden sind, ob diese von der Dauer der Periode oder der Helligkeit, die der Stern im Maximum erreicht, allein abhangen, oder ob sie davon mehr oder weniger unabhängig sind, überhaupt, ob sie bestimmten Gesetzen folgen, oder ganz regellos erscheinen. Endlich würde sich

8) unsre Aufmerksamkeit noch auf einen andern Punct wenden müssen. Man will nämlich bemerkt haben, dass die veränderlichen Sterne bei abnehmendem Lichte meistentheils röther und weniger glänzend erscheinen, als bei zunehmendem. Eine Bestätigung dieser Bemerkung, die mir freilich noch sehr problematisch erscheint, und an der die Phantasie, die früher gehegte Vorstellung einer allmäligen Verbrennung vielen Antheil haben mag, wäre sehr wichtig,

und ist denjenigen, die ein für Farbeneindrücke sehr empfindliches Auge haben, besonders ans Herz zu legen.

Erst wenn alle diese Umstände untersucht, die Regeln, nach welchen die Veränderungen vor sich gehen, erforscht seyn werden, wenn also unsre Kenntniss dahin gelangt seyn wird, die Helligkeit, die ein gewisser Stern zu jeder beliebigen Zeit hat, so genau anzugeben, dass selbst ein Mittel aus mehreren Beobachtungen keine Fehler entdecken lässt; erst dann werden wir sagen können, dass wir die Erscheinungen der veränderlichen Sterne kennen, erst dann werden wir von unserm Streben, die Gesetze zu erkennen, welche diese Erscheinungen regeln, einen Erfolg hoffen dürfen. Wahrlich ein weites Feld der Forschung bietet sich uns hier dar, ein so weites und ausgedehntes, und doch in allen seinen einzelnen Theilen genau zu durchmusterndes, dass wir vor der Grösse des Unternehmens zurückschrecken könnten, dass wir verzweifeln könnten, je zum Ziele zu gelangen! Aber sind unsre Vorfahren zurückgeschreckt vor den eben so und vielleicht noch mehr verwickelten Erscheinungen der Planeten? Haben sie bei dem Anblicke der scheinbar eben so regellosen Bewegungen dieser Himmelskörper an der Möglichkeit verzweifelt, Ordnung in dieses Chaos, Licht in dieses Dunkel zu bringen? Wahrlich die ersten Beobachter der Planetenbahnen ahneten nicht das Ziel, dem sie entgegenstrebten; Jahrhunderte lang zeichneten sie unverdrossen diese unendlichen Verschlingungen auf, ehe es ihnen gelang, sie durch zusammengesetzte Kreisbewegungen zu erklären, und wenigstens ungefähr die Stelle voraussagen zu können, an der ein Planet zu einer gewissen Zeit sich zeigen werde;

neue Jahrhunderte vergingen, ehe Copernicus die Wahrheit vom Scheine schied, ehe Kepler seine wundervollen Gesetze auffand, und so jene erhabene Einfachheit in die Ordnung der Natur brachte, die endlich dem unsterblichen Newton den Weg zu seinem merkwürdigen Gravitationsprincipe zeigte. Auch den veränderlichen Sternen werden einst ein Copernicus und Kepler aufstehen, wird ein Newton nicht ausbleiben, auch aus ihren scheinbar so verwickelten Erscheinungen wird einst die Einfachheit hervorleuchten, die überall die wahren Naturgesetze characterisirt! Kühn kann es erscheinen, solche Hoffnungen zu hegen in dem Augenblicke, wo wir erst unsre Forschungen begonnen haben; vermessen, sie laut werden zu lassen, nachdem wir eben uns der mannigfachen Schwierigkeiten erinnert haben, die ihrer Erfüllung sich entgegenstellen; aber ich spreche sie aus im Bewusstseyn von der Gewalt des menschlichen Geistes, wenn er die in ihm wohnende göttliche Kraft zur Erforschung des Wahren und Ewigen anstrengt, — ich spreche sie aus im Vertrauen auf das rege Streben nach Erkenntniss, welches in unserer Zeit in allen Zweigen des Wissens sich kund giebt, — ich spreche sie aus zur Aufmunterung derjenigen, die vor den grossen Schwierigkeiten zurückschrecken, die bei Ueberschauung des ausgedehnten Feldes, welches zur Erreichung des Zieles zu durchwandeln ist, verzagen möchten. Muthig voran! Jeder Schritt vorwärts nähert uns dem Ziele, und können wir es nicht erreichen, so mögen uns wenigstens unsere Nachkommen nicht den Vorwurf machen können, dass wir unthätig gewesen seien, dass wir unterlassen haben, ihnen die Bahn zu ebnen!

Der Weg ist nicht beschwerlich: ein Paar Minuten reger Aufmerksamkeit, besonnener Prüfung, reichen für jeden Stern hin, um ein wichtiges Resultat zu erhalten; und in einer Viertelstunde sind gewöhnlich alle zu gleicher Zeit mit blossen Augen sichtbare Veränderliche beobachtet. Bei den drei Sternen mit kurzer Periode, η Aquilae, β Lyrae und δ Cephei, die in gewissen Stadien ihres Lichtwechsels die Helligkeit schon im Laufe eines Abends merkbar ändern, wird eine nochmalige Beobachtung einige Stunden später oft schon ein anderes Resultat geben, bei allen die ein- auch mehrmalige Wiederholung in nicht zu kurzen Zwischenräumen die Sicherheit des durch die erste Beobachtung gewonnenen erhöhen, und etwa begangene Uebereilungen oder Unaufmerksamkeiten entdecken lassen. Man suche aber bei solchen Wiederholungen das Resultat der frühern Beobachtung zu vergessen, und ebenso vermeide man, sich vor der Beobachtung, sei es aus den Tafeln, sei es nach einem Ueberschlage aus der Beobachtung des vorigen Tages, mit dem zu erwartenden Resultate bekannt zu machen. Nichts ist der Sicherheit und Zuverlässigkeit der Schätzung so nachtheilig, als eine solche Präoccupation. Sie benimmt die nöthige Ruhe bei der Beobachtung und zerstört das Vertrauen in dieselbe; entweder man giebt sich ihr hin, und bringt dann seine Schätzung dem erwarteten Resultate so nahe als möglich, oder man entfernt sich aus Furcht, in diesen Fehler zu verfallen, so weit als möglich nach der entgegengesetzten Seite; in beiden Fällen wird man in der Regel ein um die ganze Grösse der Unsicherheit im Schätzen fehlerhaftes Resultat erhalten. Dagegen merke man die Umstände,

welche auf die Beobachtung entweder günstig oder ungünstig einwirken können, sorgfältig an, und eben so, wenn, wie dies wol vorkommt, man schon während der Beobachtung Misstrauen in dieselbe setzt, wenn die einzelnen Schätzungen nicht übereinstimmen, oder man sonst fühlt, dass die Beobachtung nicht gelungen sei. Dass man unter ungünstigen Umständen besser thut, gar nicht zu beobachten, und welches diese Umstände sind, ist schon in dem vorigen Hauptabschnitte bemerkt worden, worauf ich mich hier beziehe, so wie überhaupt auf Alles, was dort über die Vergleichung der Helligkeit der Sterne gesagt worden ist. Nur wenige Modificationen bringen die besondern Verhältnisse mit sich.

Zuerst suche man für einen jeden Veränderlichen schickliche Vergleichungssterne auf, indem man die früher angedeuteten Vorsichtsmaassregeln berücksichtigt. Sie müssen so ausgewählt werden, dass einer von ihnen nicht heller ist, als der Veränderliche in seinem kleinsten Lichte, wenn dieses überhaupt zu beobachten ist, die Helligkeit eines andern von dem grössten Lichte desselben nicht übertroffen wird, die übrigen aber in ihrer Helligkeit sich so folgen, dass wenigstens von 5 zu 5 Stufen Vergleichungssterne vorhanden sind. Für die bis jetzt bekannten Veränderlichen werde ich unten bei den einzelnen die von mir gebrauchten Vergleichungssterne angeben.

Von diesen Vergleichungssternen vergleiche man bei jeder Beobachtung so viele, als sich ohne zu grosse Stufenweiten zu schätzen, thun lässt, wenigstens aber immer einen hellern und einen schwächern, auch dann, wenn der Veränderliche einem andern vollkommen oder sehr nahe gleich erscheint; die

andern Vergleichungen werden dann dazu dienen, den Grad der erlangten Genauigkeit zu erkennen, und wenn sie nicht zu sehr verschieden sind, doch auch das Resultat sicherer machen. Ausserdem stelle man, wenn es angeht, auch noch Vergleichungen mit dem Mittel zwischen zwei Sternen an, oder vielmehr man sehe zu, um wie viel der Veränderliche dem hellern oder schwächern näher kommt, als dem andern. Sind diese beiden Vergleichungssterne nicht gar zu sehr an Helligkeit verschieden, und hält der Veränderliche nahe die Mitte zwischen ihnen, so sind solche Vergleichungen sehr sicher, und geben oft Unterschiede zu erkennen, die man sonst vielleicht übersehen hätte. Diese Vergleichungen bezeichne ich so, dass ich die Zeichen der beiden Vergleichungssterne neben einander zwischen Klammern stelle, das Zeichen des Veränderlichen mit der Stufenzahl ausserhalb der Klammer, entweder vor oder hinter dieselbe, je nachdem dieser heller oder schwächer ist, als die Mitte zwischen jenen. Es ist aber nicht der Unterschied von dieser Mitte, was die Zahl hier ausdrückt, sondern die Anzahl Stufen, um die der Unterschied zwischen dem Veränderlichen und dem einen Sterne den zwischen dem Veränderlichen und dem andern übertrifft. Ist also z. B. der Veränderliche *v* dem hellern Stern *a* um zwei Stufen näher, als dem schwächern *b*, d. h. also ist er um e i n e Stufe heller, als die Mitte zwischen *a* und *b*; so schreibe ich *v* 2 (*ab*), ist er dem schwächern *b* um eine Stufe näher, also um eine halbe Stufe schwächer, als die Mitte, (*ab*) 1 *v*.

Was die Kenntniss der Zeit betrifft, so ist diese nur bei Algol bis auf eine oder zwei Minuten nöthig, bei den übrigen genügte eigentlich die Angabe der

nächsten Stunde; da aber die drei Sterne von kurzen Perioden zuweilen ihre Helligkeit innerhalb einer Stunde um ein Viertel bis ein Drittel Stufe ändern, so ist, um die Beobachtungsfehler durch die unbestimmte Zeitangabe nicht noch zu vergrössern, eine etwas genauere wünschenswerth. Ich bemerke mir gewöhnlich die Zeit des Anfanges und des Endes der Beobachtungen, und vertheile die dazwischen verflossene nach roher Schätzung unter die einzelnen Veränderlichen, indem ich sie in Zehntelstunden angebe.

Die Berechnung der Beobachtungen habe ich so eingerichtet, dass daraus für jedes Beobachtungsmoment die Lichtstärke des Veränderlichen in einem absoluten Maasse resultirt, ausgedrückt in Stufen über einem willkürlichen, für jeden veränderlichen Stern verschiedenen Nullpuncte. Es bedarf hierzu zunächst der Bestimmung der Helligkeit der Vergleichungssterne über diesem Nullpuncte oder vielmehr über dem schwächsten unter ihnen, gegen den man den Nullpunct beliebig ansetzen kann. Zu dieser Bestimmung benutze ich die sämmtlichen Beobachtungen des Veränderlichen, bei denen er mit zwei andern verglichen ist, indem ich die Summe der Stufen, um die er bei jeder Beobachtung heller als der eine und schwächer als der andere ist, als den Stufenunterschied der beiden Vergleichungssterne ansehe, und dann das Mittel aus allen so erlangten Stufenunterschieden nehme. Nur in seltenen Fällen, und wenn die Vergleichungssterne sehr wenig verschieden sind, ermittele ich ihren Helligkeitsunterschied auch aus der Differenz. Die auf diese Weise erhaltenen Unterschiede zwischen je zweien der Vergleichungssterne verbinde ich dann mit einander, um dadurch die Helligkeit eines jeden

über dem Nullpuncte zu erhalten. Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass die den Stufen zum Grunde liegende Einheit nicht bei allen Veränderlichen dieselbe, aber doch auch nicht sehr verschieden seyn dürfte.

Nachdem einmal die Helligkeiten der Vergleichungssterne in Zahlen gefunden sind, kann nun auch die des Veränderlichen jedesmal in denselben Zahlen ausgedrückt werden. Da aber in der Regel mehrere Sterne bei jeder einzelnen Beobachtung zur Vergleichung benutzt werden, so erhält man auch für eine jede solche mehrere Bestimmungen. Es wäre nun offenbar unrichtig, wenn man aus diesen verschiedenen Bestimmungen geradezu das Mittel nähme, indem, wie schon früher erwähnt, die kleinern Unterschiede sich sicherer schätzen lassen, als die grössern, auch die Stufen nicht immer gleiche Weite haben. Den Einfluss dieser ungleichen Weite würde man beseitigen, wenn man die einzelnen Bestimmungen im umgekehrten Verhältnisse des ihnen zum Grunde liegenden Stufenunterschiedes zum Resultate stimmen liesse. Da jedoch die Fehler in der Schätzung selbst gewiss nicht kleiner sind, als die in der Stufenannahme, da ferner die erstgenannte Unsicherheit nicht dem Unterschiede genau proportional seyn dürfte; so würde auch diese Rechnungsweise nicht das Rechte geben, und ich nehme daher das Mittel aus den auf beide Arten erlangten Resultaten. Dies geschieht aber mehr durch einen Ueberblick, als durch wirkliche Rechnung; scrupulöse Genauigkeit wäre hier am unrechten Orte, indem beide Resultate meistens nur um ein Paar Zehntheile einer Stufe von einander abweichen, Quantitäten, die ja nie verbürgt werden können.

Die Differenzen der aus den verschiedenen Beob-

achtungen erhaltenen Helligkeitsunterschiede für dasselbe Sternpaar von dem Mittel habe ich nun benutzt, um die Sicherheit der Schätzungen zu ermitteln, und das Anfangs mir sehr unerwartete Resultat erhalten, dass die wahrscheinliche Unsicherheit in der Vergleichung zweier Sterne unter einander nur eine halbe Stufe oder etwa den 20sten Theil einer Grössenclasse unterschieden ist. Aus 373 Vergleichungen je zweier Sterne vermittelst der Veränderlichen, δ Cephei, β Lyrae, η Aquilae und o Ceti erhalte ich nämlich die Quadratsumme der Abweichungen der einzelnen Bestimmungen vom Mittel = 347.59, und daraus ferner den mittlern Fehler einer einzelnen solchen Bestimmung = 0.998, den wahrscheinlichen = 0.673. Dieser ist aber, da ja die Unterschiede zwischen den Vergleichungssternen aus der Summe der Unterschiede des Veränderlichen von den einzelnen entstanden sind, auch aus zwei Fehlern zusammengesetzt, aus dem bei der Vergleichung des Veränderlichen mit dem einen und dem bei der Vergleichung mit dem andern Sterne begangenen; er muss also nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit durch die Quadratwurzel aus 2 dividirt werden, wenn man den wahrscheinlichen Fehler einer Vergleichung zwischen zwei Sternen selbst erhalten will, und somit wird dieser = 0.476 Stufen. Dieses Resultat könnte nun nur dann für ein vollkommen unabhängiges und sicheres angesehen werden, wenn bei Beobachtung der einzelnen Unterschiede die Grösse desselben vollkommen unbekannt gewesen wäre. Jede Kenntniss desselben muss auf die Stufeneinheit influiren, indem man diese bewusst oder unbewusst dem bekannten Unterschiede einigermassen anpassen wird. Desshalb halte ich es auch

für zu günstig; denn obgleich ich zu seiner Ermittelung nur diejenigen Beobachtungen benutzt habe, die ich vor der numerischen Bestimmung des Unterschiedes der einzelnen Vergleichungssterne angestellt hatte, so muss doch schon die ungefähre Kenntniss desselben aus den frühern Beobachtungen bei den spätern einigen Einfluss gehabt haben. Wäre dieser Einfluss aber bedeutend gewesen, so hätte er sich besonders darin zeigen müssen, dass die sehr grossen Fehler vermieden worden wären. Dieses ist aber nicht der Fall, sondern diese finden sich im Gegentheile in etwas grösserer Anzahl vor, als es der Theorie nach seyn sollte. Um indess hierüber noch mehr Gewissheit zu erlangen, habe ich die Beobachtungen der Veränderlichen selbst untersucht. Nachdem ich nämlich für den Lichtwechsel der drei mit kurzer Periode Tafeln berechnet hatte, verglich ich die sämmtlichen Beobachtungen mit diesen Tafeln. Es kommen darunter 308 vor, bei denen der Veränderliche nur mit einem Sterne verglichen ist, und diese geben die Summe der Abweichungen 200.7, woraus der wahrscheinliche Fehler einer Vergleichung mit einem Sterne = 0.551 folgt, also nur sehr unbedeutend grösser, als auf dem andern Wege. Dieser Fehler könnte nun noch allzu gross erscheinen, indem der Lichtwechsel der Sterne in den verschiedenen Perioden mehrfachen Unregelmässigkeiten unterworfen zu seyn scheint, aber auch bei δ Cephei, der von allen den regelmässigsten Lichtwechsel hat, ist er doch nur 0.536. Dagegen ist auf der andern Seite nicht zu vergessen, dass wenn der Veränderliche nur mit einem Sterne verglichen wurde, er diesem gewöhnlich entweder gleich, oder höchstens um

eine Stufe heller oder schwächer war, und diese Vergleichungen die sichersten sind. Desshalb habe ich auch diejenigen Beobachtungen untersucht, bei denen der Veränderliche mit zwei andern verglichen ward, und die Summe von 631 Abweichungen = 390.9 gefunden, woraus der wahrscheinliche Fehler 0.524 folgt, also wenig kleiner, als bei der Vergleichung mit einem Stern, da er doch eigentlich gleich diesem dividirt durch die Quadratwurzel aus 2 hätte seyn sollen. Es zeigt sich also hier die grössere Genauigkeit der kleinern Stufen deutlich. Dass der wahrscheinliche Fehler aus der Vergleichung mit mehr als zwei Sternen noch etwas grösser herauskommt, nämlich = 0.578 aus der Summe 164.9 von 241 Vergleichungen, ist nur zufällig, und rührt wol daher, dass diese Vergleichungen meistens in der Nähe des Maximums von η Aquilae und β Lyrae gemacht sind, wo diese Sterne den meisten Unregelmässigkeiten unterworfen zu seyn scheinen, und auch wegen ihrer geringeren Helligkeit schon schwieriger zu beobachten sind. Da nun, gleichviel, ob der Veränderliche mit einem oder mehreren Sternen verglichen ist, wenn die Vergleichungen nur jedesmal auf die rechte Art angestellt werden, der wahrscheinliche Fehler immer nahe derselbe ist, so wird man ihn aus der Summe aller 1180 Abweichungen von den Tafeln zu

0.542 Stufen

annehmen können, und dieser Fehler wird wegen der schon erwähnten Unregelmässigkeiten im Lichtwechsel eher zu gross, als zu klein seyn. Einen weiteren Beweis, und gewiss den unverwerflichsten, für die Sicherheit, welche man bei einiger Uebung in den

Schätzungen erlangt, giebt die Vergleichung zweier Beobachtungsreihen, die von verschiedenen Beobachtern, an weit von einander entfernten Orten, und unter oft ganz veränderten Umständen angestellt sind, nämlich der meinigen mit den gleichzeitigen von meinem Freunde Heis in Aachen erhaltenen. Seit dem Zeitpuncte, wo Heis meine Beobachtungsmethode angenommen hatte, die etwas sicherere Resultate giebt, als die früher von ihm angewandte, bis zum Ende des Jahres 1842, haben wir 174 Beobachtungen von δ Cephei und β Lyrae, die so nahe gleichzeitig sind, dass sie ohne Fehler vermittelst der Lichttafeln auf dasselbe Zeitmoment reducirt werden konnten. Sie geben die Summe der Unterschiede zwischen uns = 154.7, woraus der wahrscheinliche Fehler eines Unterschiedes = 0.752, und daraus durch Division mit der Quadratwurzel aus 2 der wahrscheinliche Fehler eines jeden Beobachters = 0.531 folgt, fast genau mit dem aus meinen Beobachtungen allein folgenden übereinstimmend. Einen bedeutend grössern geben zwar 57 Beobachtungen von η Aquilae, nämlich 1.049; es ist aber zu bemerken, dass bei ihnen der Stern zufällig sehr häufig zu nahe dem Horizonte beobachtet wurde, auch bei einzelnen Beobachtungen von Heis Verwechselungen vorgefallen zu seyn scheinen; wollte man diese ausschliessen, so würde man nahe wieder denselben Fehler, wie früher, erhalten.

Ich bin über diesen Punct so weitläuftig gewesen, weil ich so unumstösslich als möglich den Beweis zu liefern wünschte, dass die Beobachtung der Veränderlichen mit blossem Auge und ohne photometrische Hülfsmittel Resultate liefert, die Vertrauen verdienen, und zur Ermittelung ihrer Eigenthümlichkeiten wol

geeignet sind. Bedenkt man aber, dass bei mehreren derselben die ganzen Schwankungen in der Helligkeit kaum 4 Stufen betragen, bei andern nicht über 8 bis 10 Stufen hinausgehen, die von einigen in wenigen Tagen zweimal durchlaufen werden; so sieht man, dass im Verhältnisse zu diesen geringen Schwankungen der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Beobachtung immer noch sehr bedeutend ist, und dass nur Verminderung desselben durch Vervielfältigung der Beobachtungen eine Sicherheit herbeiführen kann, die einigermassen der in andern Zweigen der Astronomie erreichbaren nahe kommt. Einer oder ein Paar Beobachter sind aber hierzu nicht hinreichend; wollten sie auch die Beobachtungen alle Stunden oder halbe Stunden wiederholen, so würden sie keine bedeutend grössere Sicherheit erlangen; denn die früheren Beobachtungen würden immer auf die spätern influiren, und diese kein unabhängiges, also kein verlässliches Resultat gewähren. Namentlich für die Veränderlichen mit kurzer Periode ist dieses durchaus nöthig, damit wir aus jeder Periode abgesondert die Lichtcurve berechnen, und aus der Vergleichung der verschiedenen ihre Unregelmässigkeiten erkennen können. Werden wir dazu durch die Mitwirkung recht vieler Liebhaber in den Stand gesetzt, so werden wir vielleicht schon in wenigen Jahren Gesetze in diesen scheinbaren Unregelmässigkeiten entdecken können, und somit in der kurzen Zeit weiter kommen, als in all den 60 Jahren, die seit ihrer Entdeckung verflossen sind.

Darum lege ich die bis jetzt so sehr vernachlässigten Veränderlichen nochmals allen Freunden des gestirnten Himmels aufs dringendste ans Herz. Mögen

sie für den Genuss, den sein Anblick ihnen so oft gewährt hat, den er ihnen stets von Neuem darbietet, sich dadurch dankbar beweisen, dass sie ihr Scherflein beitragen zur genauern Erkenntniss derselben! Mögen sie sich diesen Genuss erhöhen, indem sie, das Nützliche mit dem Angenehmen verbindend, einen wichtigen Beitrag liefern zur Erweiterung des menschlichen Wissens durch Erkenntniss einer der merkwürdigsten Erscheinungen der Natur, indem sie nachspüren helfen den ewigen Gesetzen, die auch in jenen endlosen Fernen die Allmacht und Weisheit des Schöpfers verkünden! Keiner aber, der die Lust und die Kraft fühlt, diesem Ziele nachzustreben, lasse sich durch die Masse der gegebenen Vorschriften, der anzuwendenden Vorsichtsmaassregeln abschrecken: sie sehen weitläuftig und schwierig auf dem Papiere aus, sind aber bei der Ausführung sehr einfach, und werden, nach eines Jeden Individualität sich modelnd, ihm bald so eigen werden, werden sich mit seinen eigenen Erfahrungen bald so verbinden, dass er sie unbewusst, und gleichsam als Nothwendigkeit handhabt. Wenn irgendwo, so gilt hier das alte Sprichwort „Frisch gewagt, ist halb gewonnen", und ich bin fest überzeugt, dass wer nur einige Wochen diese Beobachtungen fortgesetzt hat, so viel Interesse daran finden wird, dass er sie nie mehr unterbrechen mag. Darf ich noch eine Bitte aussprechen, so ist es die, die angestellten Beobachtungen wenigstens alle Jahre bekannt zu machen: im Pulte vergrabene Beobachtungen sind keine Beobachtungen. Sollten dieselben mir zur Benutzung und Berechnung oder auch zur Bekanntmachung anvertraut werden; so würde ich dieses Geschäft mit

Freude und Dank übernehmen, so wie ich auch alle an mich gerichteten Anfragen aufs Sorgfältigste und mit dem grössten Vergnügen zu beantworten bemüht seyn werde.

Es bleibt mir nur noch übrig, über die Erscheinungen und Eigenthümlichkeiten der einzelnen Sterne, so weit sie bis jetzt bekannt sind, kurz Einiges hinzuzufügen. Die dabei anzugebenden Helligkeiten der Vergleichungssterne beruhen auf den nach meinen Stufenweiten geschätzten Unterschieden zwischen den einzelnen Sternen. Andre Beobachter werden andre Stufenweiten anwenden, je nachdem sie die Einheit grösser oder geringer annehmen. Die Grösse derselben ist eigentlich gleichgültig, wenn immer hellere und schwächere Sterne verglichen werden; für die Bequemlichkeit der Berechnung wäre es aber wünschenswerth, dass alle Beobachter dieselbe Einheit zum Grunde legten, und daher sich gewöhnten, die Stufen so zu schätzen, dass für die Unterschiede der Vergleichungssterne im Mittel nahe die hier angegebenen Weiten resultirten.

1) Mira oder o Ceti. Dieser Stern zeigt, wie schon erwähnt, grosse Verschiedenheiten in seinen einzelnen Erscheinungen: im Jahre 1779 ward er nach den Beobachtungen von Bode, Herschel und Wargentin ausserordentlich hell, heller als alle Sterne zweiter Grösse, und Aldebaran an Helligkeit nahe kommend, während er zu andern Zeiten im grössten Lichte nur wenig heller als δ Ceti und schwächer als α Piscium, also zwischen 4ter und 3.4ter Grösse gesehen worden ist; gewöhnlich wird er ungefähr so hell als γ Ceti, also heller als 3.4ter. Ob er im kleinsten Lichte durchaus unsichtbar werde,

oder ob es nur sehr starker Fernröhre bedürfe, ihn dann zu sehen, ist noch nicht entschieden. Seine mittlere Periode ergiebt sich zu 332.044 Tagen, wovon aber einzelne Erscheinungen des grössten Lichtes bis auf 40 Tage abweichen; ja im Jahre seiner Entdeckung 1596 würde das Maximum nach dieser Periode schon März 21 eingetroffen seyn, während Fabricius den Stern damals noch Aug. 13 als 3ter Grösse beobachtet hatte. Doch lassen sich hieraus, da uns über die damalige Erscheinung alle näheren Angaben fehlen, keine haltbaren Schlüsse ziehen. Im Jahre 1844 wird sein Maximum um Mai 18 eintreffen, und da der Stern sich dann nahe bei der Sonne befindet, nicht gesehen werden können; Mitte März in den Abendstunden und im Juli in den Morgenstunden wird man ihn als einen Stern 6ter Grösse vielleicht gewahr werden. Der Verlauf des Lichtwechsels lässt sich nur aus wenigen der frühern Erscheinungen mit einiger Sicherheit berechnen, jedoch so viel daraus abnehmen, dass auch dieser zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden ist. Die Dauer seiner Sichtbarkeit mit blossen Augen schwankt hiernach zwischen 90 und 135 Tagen; gewöhnlich nimmt er in wenigen Tagen von der 6ten zur 4ten Grösse zu, und überhaupt bedeutend rascher zu, als ab; im Jahre 1661 aber verwandte er auf die Zu- und Abnahme gleiche Zeit, und im Jahre 1840 brauchte er 61 Tage, um von der ersten Sichtbarkeit mit blossen Augen zum Maximum zu kommen, während er von diesem in 50 Tagen wieder zur 6ten Grösse hinabsank. In einigen Erscheinungen giebt sich beim Abnehmen, etwa wenn der Stern in der 5.4ten Grösse ist, eine Einbiegung der Lichtcurve kund, die aber zu wenig decidirt ist,

um, ehe vervielfältigte Beobachtungen sie bestätigen, darauf Schlüsse zu bauen. Die Helligkeiten der Vergleichungssterne sind noch nicht sicher genug bestimmt; vorläufig nehme ich sie an 63 Ceti = 0, 75 C. = 5, ν C. = 10, λ C. = 14, ξ' C. = 17, μ C. = 18.5, ξ'' C. = 19.5, δ C. = 22.0, α Piscium = 26.3, γ C. = 27.8, α C. = 34.5, β Aurigae = 40, β C. = 41.5, α Arietis = 43.

2) χ Cygni. Auch dieser Stern zeigt sehr bedeutende Verschiedenheiten: im grössten Lichte ist er gewöhnlich von der 5ten Grösse, etwas heller als 17 Cygni, zuweilen aber wird er 4.5ter, und kommt η Cygni nahe, während er zu andern Zeiten kaum die 6te Grösse erreicht zu haben scheint. Im kleinsten Lichte ist er unsichtbar. Seine mittlere Periode ist 406.0575 Tage mit einer wahrscheinlichen Unsicherheit von einer Stunde; die Abweichungen von derselben gehen bis auf 40 Tage, und scheinen eine gewisse Regelmässigkeit zu befolgen, indem sie mehrere Jahre nach einander auf dieselbe Seite vom Mittel fallen, während derselben allmälig grösser werden, und dann wieder abnehmen. Solche Maxima in der Abweichung scheinen in den Jahren 1725 und 1818, bei denen der Stern zu spät, und 1758, bei der er zu früh zum grössten Lichte gelangte, eingetroffen zu seyn. Jetzt hält er seine Periode ziemlich regelmässig ein und wird im Jahre 1844 Aug. 10 am hellsten seyn. Der Stern ist 2 bis 3 Monate mit blossen Augen sichtbar, im Cometensucher 4 Monate länger, er nimmt in der Regel etwas rascher zu, als ab; der Unterschied beträgt ungefähr 10 Tage. Im Jahre 1842 zeigte sich mit Bestimmtheit, im Jahre 1841 mit einiger Wahrscheinlichkeit, beim abnehmenden

Lichte eine Einbiegung der Lichtcurve, wovon die Beobachtungen des Jahres 1843 keine Spur erkennen lassen; die frühern Erscheinungen aber sind nicht genau genug beobachtet, um aus ihnen hierüber etwas ableiten zu können.

Die Vergleichungssterne finden sich meistens auf dem Kärtchen dieser Gegend, und in dem dazu gehörigen Sternverzeichnisse, das Olbers gegeben hat; * ich setze neben die Olbers'schen Zahlen die von mir gebrauchten Buchstaben, und die sonstigen Bezeichnungen. Die Helligkeiten selbst sind noch nicht sehr genau bestimmt; ich nehme die folgenden an: 28 O. = P. xix. 300 = *g* .. 4.0; 29 O. = *l* .. 6.5; 25 O. = *k* . . 7.6; 23 O. = P. xix. 295 = *c* .. 13.0; 15 O. = *e* . . 14.3; 68 Cygni B. = *a* . . 14.8; 5 O. = 67 Cygni B = *f* . . 16.0; 9 Cygni = *b* . . 18.5; 14 O. = 17 Cygni = *h* . . 22.6; φ Cygni 25.0; η Cygni 30.0; *f* und die hellern Sterne sind mit blossen Augen sichtbar, *a*, *e* und *c* schon im Opernglase.

3) 30 Hydrae Hevelii ist wegen seiner starken südlichen Declination in unsern Gegenden immer nur kurze Zeit sichtbar, und desshalb noch sehr wenig beobachtet. Er scheint gleichfalls im Maximum nicht immer dieselbe Grösse zu erreichen, sondern zwischen der 3.4ten und 4.5ten zu schwanken, im Minimum auch im Fernrohre unsichtbar zu seyn. Seine Periode ergiebt sich aus den wenigen benutzbaren Beobachtungen zu 493.855 Tagen mit einer wahrscheinlichen Unsicherheit von 4 Stunden; die Abweichungen von derselben gehen bis auf 20 Tage. Im Jahre 1844 wird der Stern etwa Nov. 24 sein

---

* Zeitschrift für Astronomie Bd. II. p. 198.

grösstes Licht erreichen, und dann nur schwer in der Morgendämmerung zu sehen seyn; erst im Jahre 1846, in dem er sein Maximum etwa April 2 erreicht, und dann bald nach Mitternacht culminirt, wird man den Verlauf seines Lichtwechsels gut erkennen können, und es wäre sehr wünschenswerth, wenn dieser dann eifrig beobachtet würde, da wir bis jetzt davon noch gar nichts wissen. Zu vergleichen ist er mit dem Sterne b = P. XII. 86, a = 348 Hydrae B., den ein recht scharfes Auge schon sehen wird, c = 57 Virginis, d = 55 Virginis, ψ und γ Hydrae.

4) Algol oder β Persei ist einer der merkwürdigsten veränderlichen Sterne; von seiner Periode lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass sie allmälig kürzer werde; die Beobachtungen geben seit seiner Erkennung als periodisch durch Goodricke im Jahre 1782 eine Abnahme derselben von drei Viertel Secunden, welche durch die dazwischen liegenden bestätigt wird. Könnten die Beobachtungen von Montanari und Maraldi, und wären sie auch noch so roh, wieder aufgefunden werden; so würden sie auch den geringsten Zweifel über diese Abnahme heben. Jetzt ist die Periode $2^T\ 20^{St}\ 48'\ 58''.00$ bis auf ein Fünfzigstel Secunde genau. Den grössten Theil dieser Zeit ist der Stern aber unverändert in gleicher, schwach 2ter Grösse. Wenn er abzunehmen anfängt, sinkt er in 3 bis 4 Stunden bis zur 4ten Grösse hinab, verweilt in dieser etwa eine Viertelstunde, und nimmt dann in neuen 3—4 Stunden wieder bis zur 2ten Grösse zu. Um den Zeitpunct des kleinsten Lichtes genau zu erkennen, muss man die Beobachtung eine Stunde vorher, wenn der Stern schwach 3ter Grösse ist, anfangen, eine

Stunde nachher noch fortsetzen, in der Zwischenzeit aber Anfangs alle 10, dann alle 5 bis 6 Minuten eine Vergleichung mit den ihm an Helligkeit jedesmal am nächsten kommenden Sternen anstellen. Es eignet sich hierzu im kleinsten Lichte besonders der in seiner Nähe befindliche Stern ϱ Persei, und ausser dem α Trianguli, der aber schon etwas weit absteht. Zur Vergleichung während der Lichtzu- und Abnahme sind dagegen die Sterne γ Andromedae, der 2 Stufen heller ist als Algol im grössten Lichte, dann ζ, ε, γ, δ Persei und β Trianguli sehr passlich. Der Stern nimmt etwas rascher zu, als ab; aber die Art, wie dieses geschieht, ist noch nicht untersucht, und Beobachtungen hierüber etwa von Viertel- zu Viertelstunde angestellt, würden sehr interessante Resultate liefern können, besonders wenn sich die Bemerkung von Arago* bestätigte, dass er, wenn er durch die dritte Grösse geht, seine Helligkeit sehr rasch ändert. Man würde dann in diesen Puncten des Lichtwechsels die Beobachtungen sich rascher folgen lassen müssen. Für diese ist nun nur eine Kenntniss der Zeitunterschiede nöthig, während man, um die Epoche des Minimums Behufs Ermittelung der Periode zu bestimmen, die absolute Zeit bis auf ein Paar Minuten genau kennen muss. Ob in dem Lichtwechsel Unregelmässigkeiten vorkommen, ist durch vereinzelte Beobachtungen schwierig zu bestimmen; doch glaube

* Annuaire du bureau des longitudes an 1842. p. 338. Zuweilen habe ich allerdings auch eine rasche Helligkeitsveränderung wahrzunehmen geglaubt, zu andern Zeiten aber wieder nicht; im Mittel geben meine wenigen Beobachtungen in diesen Puncten eine Veränderung von einer Stufe in 12 bis 18 Minuten Häufiger und eigends für diesen Zweck angestellte Beobachtungen werden bald eine Entscheidung hierüber herbeiführen.

ich sie sowol in der Dauer der Periode, als auch in der Lichtstärke bemerkt zu haben, indem die beobachtete Zeit des Minimums zuweilen mehr als man nach der Sicherheit in der Beobachtung desselben erwarten sollte, von der berechneten abweicht, und der Stern mir zuweilen schwächer, zuweilen heller als ϱ vorgekommen ist; doch könnte auch ϱ selbst etwas veränderlich seyn.

Die folgende Tabelle giebt die mittlern **Pariser** Zeiten derjenigen Minima des Jahres 1844, die zu bequemen Nachtstunden eintreffen; ich bitte aber sie bei der Beobachtung nicht zu genau im Gedächtniss zu behalten, damit ihre Kenntniss nicht schädlich auf die Sicherheit der Bestimmung einwirke.

Jan.	0.	7^h 53'	Apr.	18.	7^h 5'	Sept.	17.	6^h 11'
„	3.	4 42	Mai	5.	12 0	Oct.	1.	14 4
„	17.	12 49	„	8.	8 49	„	4.	11 3
„	20.	9 38	„	25.	13 43	„	7.	7 52
„	23	6 27	„	28.	10 32	„	24.	12 44
Febr.	6.	14 34	Juni	17.	12 14	„	27.	9 33
„	9.	11 23	„	20.	9 3	„	30.	6 22
„	12.	8 12	Juli	7.	13 55	Nov.	13.	14 26
„	15.	5 1	„	10.	10 44	„	16.	11 15
„	29.	13 9	„	30.	12 24	„	19.	8 4
März	3.	9 58	Aug.	2.	9 13	„	22.	4 53
„	6.	6 47	„	19.	14 4	Dec.	6.	12 58
„	23.	11 43	„	22.	10 53	„	9.	9 47
„	26.	8 32	„	25.	7 42	„	12.	6 36
Apr.	12.	13 27	Sept.	11.	12 33	„	15.	3 25
„	15.	10 16	„	14.	9 22	„	29.	11 32

Diese Tabelle ist mit Rücksicht auf die Lichtgleichung berechnet, d. h. mit Rücksicht auf die

verschiedene Zeit, die das Licht des Sterns braucht, um bis zur Erde zu gelangen, wenn diese sich in verschiedenen Puncten ihrer Bahn um die Sonne befindet, und also dem Sterne bald näher, bald ferner ist.

5) η Aquilae. Die Periode dieses Sternes scheint Schwankungen unterworfen zu seyn, aber nicht sehr bedeutenden; die mittlere Periode, die bis auf eine Secunde sicher seyn dürfte, ist $7^T\,4^t\,13'\,53''$; von dieser Zeit braucht der Stern nur $2^T\,9^t$ zum Zunehmen, und nimmt also noch einmal so rasch zu, als ab. Bedeutender scheinen die Unregelmässigkeiten in der Lichtcurve verschiedener Perioden zu seyn, und wenn man sich auf die, durch die Unbestimmtheit der für die Vergleichung gebrauchten Ausdrücke freilich nicht sehr sichern, Beobachtungen von Pigott und Goodricke verlassen könnte, würde daraus folgen, dass der Lichtwechsel sich seit ihrer Zeit bedeutend geändert hat. Es würde aus ihnen folgen, dass er damals rascher zugenommen hätte, länger in der Nähe des Maximums geblieben, und von diesem in einem Zuge zum Minimum herabgesunken wäre, während die neuern Beobachtungen zwei deutliche Einbiegungen der Curve beim Abnehmen zu erkennen geben. Im Maximum erreicht er die 3.4te Grösse, im Minimum sinkt er gewöhnlich bis zur 5.4ten, bisweilen nur bis zur 4.5ten Grösse. Die Vergleichungssterne, sämmtlich im Adler, oder eigentlich in dem von diesem gehaltenen Antinous, und ihre angenommenen Helligkeiten sind: ν .. — 2.0, μ .. — 1.0, ι .. 3.0, ε .. 5.8, β .. 8.0, δ .. 13.0. Seinen Lichtwechsel giebt die folgende Tabelle, die von 4 zu 4 Stunden die Helligkeit über demselben Nullpuncte in Stufen und deren Zehnteln zeigt, der den Helligkeiten

der Sterne zum Grunde liegt. Die kleine Verschiedenheit von der in den Astr. Nachr. No. 455 gegebenen rührt von einer neuern, auf mehreren Beobachtungen beruhenden, Rechnung her. Das erste Minimum des Jahres 1844 tritt ein Jan. 7. $1^h\ 35'\ 0''$; die Zeiten der andern Minima und der Maxima gebe ich nicht an, da sie mit Hülfe der Periode und der Lichttabelle leicht berechnet werden können, und die Beobachtungen in allen Phasen gleich wichtig sind.

Lichttabelle.

0^T	0^h	1.9	1^T	20^h	9.5	3^T	16^h	8.2	5^T	12^h	5.0
	4	2.0	2	0	10.3		20	7.9		16	4.7
	8	2.4		4	10.8	4	0	7.7		20	4.4
	12	2.9		8	11.0		4	7.5	6	0	4.2
	16	3.6		12	10.9		8	7.4		4	4.0
	20	4.3		16	10.6		12	7.2		8	3.7
1	0	5.1		20	10.3		16	7.0		12	3.3
	4	5.9	3	0	9.9		20	6.5		16	2.9
	8	6.8		4	9.5	5	0	6.1		20	2.5
	12	7.7		8	9.1		4	5.7	7	0	2.1
	16	8.6		12	8.6		8	5.3		4	1.9

6) β Lyrae zeigt einen höchst merkwürdigen Lichtwechsel, indem er während jeder Periode zwei Maxima und zwei Minima hat. In dem ersten Minimum sinkt er bis zur 4.5ten Grösse, während er im zweiten die 4.3te behält; in beiden Maximis erlangt er dagegen sehr nahe dieselbe 3.4te Grösse, da er in dem zweiten nur eine halbe Stufe weniger hell wird, als im ersten, aber bedeutend länger darin verweilt. Beide Lichtzunahmen und die zweite Lichtabnahme, nach dem absoluten Minimum hin, gehen sehr rasch von Statten, die erste Lichtabnahme etwas

langsamer, wie dies Alles die unten folgende Lichttabelle ergiebt, die eben so eingerichtet ist, wie die von η Aquilae. Sie zeigt zugleich, dass die beiden Minima sowol, als die beiden Maxima sehr nahe um die halbe Dauer der Periode aus einander liegen. Diese ist jetzt $12^T\,21^h\,53'\,10''$, aber da sie allein aus den Beobachtungen von Heis und mir hergeleitet werden musste, fast 2 Minuten unsicher. Sie ist sehr wahrscheinlich früher kürzer gewesen, und es scheint, als wenn jede folgende etwa 4 Secunden länger würde, als die unmittelbar vorhergehende. Auch ausser dieser allmäligen Verlängerung scheinen noch Unregelmässigkeiten darin vorzukommen, weniger in den Helligkeiten. Die Vergleichungssterne, mit Ausnahme von o, der o Herculis ist, sind sämmtlich in der Leyer, und ihre Helligkeiten: δ . . 2.0; ζ . . 3.2; ε . . 4.8; υ . . 7.6; γ . . 12.7. Wer ε Lyrae doppelt sieht, kann ihn nicht als Vergleichungsstern benutzen. Das erste absolute Minimum des Jahres 1844 tritt ein Jan. 10. $23^h\,1'\,0''$.

Lichttabelle

0^T	0^h	2.9	1^T	20^h	11.4	3^T	16^h	11.7	5^T	12^h	8.8
	4	3.0	2	0	11.6		20	11.4		16	8.7
	8	3.3		4	11.9	4	0	11.0		20	8.6
	12	4.0		8	12.1		4	10.6	6	0	8.5
	16	5.6		12	12.2		8	10.3		4	8.5
	20	7.2		16	12.4		12	10.0		8	8.4
1	0	8.5		20	12.5		16	9.8		12	8.4
	4	9.3	3	0	12.5		20	9.6		16	8.5
	8	10.0		4	12.4	5	0	9.3		20	8.6
	12	10.6		8	12.2		4	9.1	7	0	8.9
	16	11.0		12	12.0		8	9.0		4	9.3

7^T 8^h 9.9	$8^T 20^h$ 11.9	10^T 8^h 11.3	$11^T 20^h$ 7.4
12 10.5	9 0 11.9	12 11.2	12 0 6.1
16 10.9	4 11.9	16 11.0	4 5.0
20 11.2	8 11.9	20 10.8	8 4.1
8 0 11.4	12 11.9	11 0 10.6	12 3.5
4 11.5	16 11.8	4 10.3	16 3.1
8 11.7	20 11.7	8 9.9	20 2.9
12 11.8	10 0 11.6	12 9.4	13 0 2.9
16 11.9	4 11.5	16 8.5	

7) Im Löwen, No. 420 Mayer, ist so selten und unvollständig beobachtet werden, dass nichts Weiteres über ihn zu sagen ist, als was oben in der Tabelle (pag. 214) angeführt ist.

8) δ Cephei. Von diesem Sterne ist schon früher angeführt, dass er von allen Veränderlichen den regelmässigsten Lichtwechsel hat. Die Periode ist innerhalb der Beobachtungsfehler constant, und bis auf eine halbe Secunde genau = 5^T 8^h 47′ 39.″5, und ebenso stimmen auch alle ältern und neuern Beobachtungen mit derselben Lichtcurve, für welche die Lichttabelle unten folgt. Nach dieser steigt der Stern von der 4.5ten Grösse in 1^T $14.^h5$ bis zur 4.3ten Grösse, und nimmt von da an, Anfangs rascher, dann während etwa 12 Stunden ganz unmerklich, später wieder etwas rascher, aber immer doch sehr langsam ab. Die Vergleichungssterne, welche bis auf α, mit welchem Buchstaben ich 7 Lacertae bezeichne, im Cepheus vorkommen, und ihre Helligkeiten sind: ε . . 2.0; α . . 7.1; ι . . 10.6; ζ . . 11.4. Das erste Minimum des Jahres 1844 trifft ein Jan. 4. 13^h 38′ 14.″

Lichttabelle.

0^r	0^h	2.8	1^r	8^h	9.9	2^r	16^h	8.3	4^r	0^h	4.8
	4	2.9		12	10.5		20	8.0		4	4.5
	8	3.2		16	10.6	3	0	7.6		8	4.1
	12	3.8		20	9.8		4	6.9		12	3.8
	16	4.7	2	0	9.0		8	6.3		16	3.5
	20	6.0		4	8.6		12	5.8		20	3.3
1	0	7.4		8	8.4		16	5.4	5	0	3.1
	4	8.8		12	8.4		20	5.1		4	2.9

9) *α* **Herculis.** Wenn Herschels Beobachtungen nicht sehr flüchtig angestellt sind, und es ist dies kaum zu glauben; so hat sich die Periode dieses Sterns seit seiner Zeit ganz verändert, von etwa 60 Tagen bis auf $94^r\ 21^h$; denn nur mit dieser lassen sich meine Beobachtungen vereinigen; die von Heis würden selbst noch eine etwas längere Dauer erheischen. Der Stern ist schwierig genau zu beobachten, da seine ganze Veränderung nur etwa 4 Stufen beträgt; doch kommen sowol in der Dauer der Periode, als in der Helligkeit Abweichungen vom Mittel vor, die grösser sind, als dass man sie den Beobachtungsfehlern allein zuschreiben könnte, und der Stern muss daher um so sorgfältiger und anhaltender beobachtet werden. Er braucht ungefähr 52 Tage zum Zunehmen, und nur 43 zum Abnehmen, doch sind diese Zahlen sehr unsicher; weiter lässt sich über den Zug der Lichtcurve noch nichts sagen. Das erste Minimum des Jahres 1844 wird Jan. 31 eintreffen. Zur Vergleichung benutze ich die beiden Sterne *κ* und *β* Ophiuchi, die ich *a* und *c* nenne; ihre Helligkeiten nehme ich an *a* . . 2.0, *c* . . 5.8.

10) In der nördlichen Krone, P. xv. 185.

Dieser Stern hat die Eigenthümlichkeit, dass er nur zu gewissen Zeiten veränderlich ist, dann wieder mehrere Jahre unverändert die 6te Grösse zeigt. Da das letztere jetzt wieder der Fall ist, so kann ich über ihn nichts weiter sagen, als was oben (pag. 214) in der Tabelle nach Westphal angeführt ist.

11) Im Sobieskischen Schilde, 59 nach Bode hat eine mittlere Periode von $60^T\ 9^h\ 29'$, die mit ziemlicher Sicherheit bestimmt ist, und von der er 34 Tage und 9 Stunden zum Zunehmen braucht, und nur 26 Tage zum Abnehmen; da die Differenz dieser Zahlen nur mit einer wahrscheinlichen Unsicherheit von etwas über 2 Tagen behaftet ist; so scheint der Stern wirklich rascher ab- als zuzunehmen. Es finden sich aber im Lichtwechsel sehr bedeutende Unregelmässigkeiten; in der Dauer der Periode gehen sie bis auf 20 und mehr Tage, und noch bedeutender sind sie in der Helligkeit, indem der Stern manchmal bis zur 5ten, manchmal nur bis zur 6ten Grösse steigt, und im Minimum zuweilen 6ter oder bestimmt doch 6.7ter Grösse ist, während er zu andern Zeiten bis zur 7.8ten, ja hin und wieder selbst bis unter die 9te Grösse sinkt. Pigott hat sich eifrig mit diesem Sterne beschäftigt, * und seine Zusammenstellungen sind recht interessant, obgleich es wünschenswerth wäre, dass er lieber seine Beobachtungen im Original gegeben hätte. Die Vergleichungssterne und ihre Helligkeiten sind: *c* . . 10.0; *g* . . 12.9; *h* . . 14.0; *k* . . 16.4; *g* und *h* sind die im Adler mit diesen Buchstaben bezeichneten Sterne, *k* ist 7 Scuti Hev. $\doteq$ 9 Aquilae, *c* = 61 Scuti B.

---

* Philos. Transactions f. 1805. p. 131.

Das erste Minimum des Jahres 1844 tritt ein Febr. 22, das erste sichtbare Maximum März 27.5.

12) In der Jungfrau. Nach den Rechnungen von Wurm, denen auch die Zahlen in der Tabelle (p. 214) entlehnt sind, zeigt auch dieser Stern bedeutende Unregelmässigkeiten in der Periode, weniger in der Helligkeit. Er ist etwa 45 Tage unsichtbar, oder vielmehr kleiner als 11ter Grösse, nimmt in 44 Tagen von dieser bis zum grössten Lichte zu, und zwar, wie es scheint, Anfangs rascher, dann langsamer, und nimmt dann in 52 Tagen, Anfangs wieder langsamer, dann rascher bis zur Unsichtbarkeit ab. Ich habe ihn noch nicht beobachtet, und kann daher keine Vergleichungssterne angeben. Das erste Maximum wird 1844 Jan. 4 eintreten.

13) Im Wassermann. Der Stern folgt etwas nördlich auf 368 Aquarii B., der in meiner Uranometrie etwa einen Grad südlich von ω^2 Aquarii als 6ter Grösse angegeben ist. Dieser Stern, der Veränderliche und die 3 Vergleichungssterne *c*, *b*, *a* ziehen sich ungefähr in einem Halbkreise nach ω^2 hin; ich nehme die Helligkeiten an $c = 5$, $a = 6$, $b = 8$. Die Periode ist noch sehr unsicher und über den Lichtwechsel nichts Näheres bekannt. Das grösste Licht des Jahres 1844 wird etwa eintreten Oct. 21.

14) In der Schlange. Die Periode ist noch sehr unsicher, die Vergleichungssterne stehen auf einer Linie mit dem Veränderlichen, *b* vorgehend, *a* folgend; ich setze ihre Helligkeiten *a* . . 4, *b* . . 7. Ueber den Verlauf des Lichtwechsels lässt sich gar nichts sagen. Im Jahre 1844 wird das Maximum etwa Juni 3 eintreffen.

15) In der Schlange. Auch von diesem Sterne

lässt sich weiter nichts sagen, als dass auch seine Periode noch einen ganzen Tag unsicher seyn kann, und dass sein Maximum im Jahre 1844 Febr. 4 etwa eintreffen wird. Der Stern ist leicht zu finden, da er in dem Vierecke steht, welches durch die Sterne β, γ, υ, φ Serpentis gebildet wird, und zwar etwas nördlich und folgend von der Linie $\beta\varphi$, und gleichfalls nördlich aber vorhergehend der Linie $\gamma\upsilon$. Zur Vergleichung benutze ich den Stern *f*, der zwischen dem Veränderlichen und β steht; *a* den mittlern von den dreien bei φ; *b*, der auf der Linie $\gamma\upsilon$, näher an υ steht, *c* und *d*, die beiden hellern, 90 und 91 Serpentis B., die nördlich von derselben Linie näher an γ stehen, und *e* = 96 Serpentis B.

16) α Cassiopeae gehört wegen seines hellen Lichtes zu den am schwierigsten zu beobachtenden Sternen; da überdem seine ganze Schwankung nur etwa 4 Stufen beträgt, so lässt sich schwer entscheiden, ob die Unregelmässigkeiten, die sich in seinem Lichtwechsel zeigen, reell oder nur aus Beobachtungsfehlern entstanden sind. Ebenso wenig lässt sich bis jetzt eine Lichtcurve für ihn herstellen, noch entscheiden, ob die Lichtzunahme wirklich, wie die Rechnung zeigt, 2 Tage rascher vor sich geht, als die Abnahme. Die oben angegebene Periode von $79^T\,0^h\,43'$ ist wahrscheinlich zu kurz, meine neueste Beobachtung des Maximums und zwei sehr alte, die man aus Goodrickes zu andern Zwecken angestellten Beobachtungen ableiten kann, werden sie über eine Stunde grösser geben, und den wahrscheinlichen Fehler in der Bestimmung derselben, der jetzt nahe 2 Stunden ist, auf eine halbe Stunde herunter bringen. Das erste Maximum wird eintreffen 1844

Jan. 10, das erste Minimum Febr. 20. Die Helligkeiten der Vergleichungssterne, alle in der Cassiopeia, sind δ . . 0; β . . 4.3; γ . . 7.0.

17) α **Orionis** ist auch noch sehr wenig bekannt; seine Helligkeit schwankt um etwa 5 Stufen, er nimmt nahe in gleicher Zeit zu und ab, und scheint beim Abnehmen einen Stillstand von etwa einem Monate vom 35sten bis 65sten Tage nach dem Maximum zu haben. Seine Periode von 199 Tagen 4 Stunden ist noch fast einen ganzen Tag unsicher. Im Jahre 1844 erreicht er sein erstes Maximum Apr. 5, sein erstes Minimum Juli 15. Die Vergleichungssterne und ihre Helligkeiten sind β Geminorum 0; α Tauri 2.0; Procyon 5.1; Rigel 6.3; Capella 9.5; sie sind noch nicht sehr genau bestimmt; auch scheinen Rigel und Procyon ihre relative Helligkeit zuweilen zu ändern.

18) α **Hydrae** habe ich erst sehr wenig beobachtet, fremde Beobachtungen sind mir nicht bekannt, und ich kann daher nur die Vermuthung aussprechen, dass seine Periode vielleicht 55 Tage ist; sie kann aber auch eine ganz verschiedene seyn. Der Stern ist überhaupt wegen Mangel an nahen Vergleichungssternen sehr schwer zu beobachten; ich habe ihn mit β und δ Leonis, γ und ε Virginis, β Canis majoris und α Coronae verglichen.

Fr. Argelander.



